This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

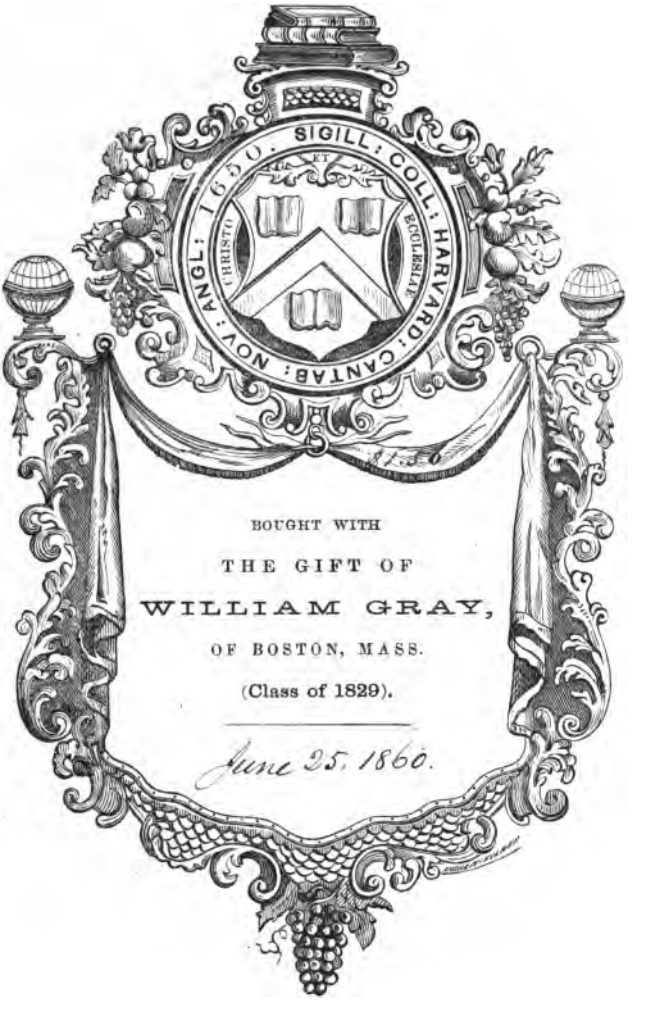
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

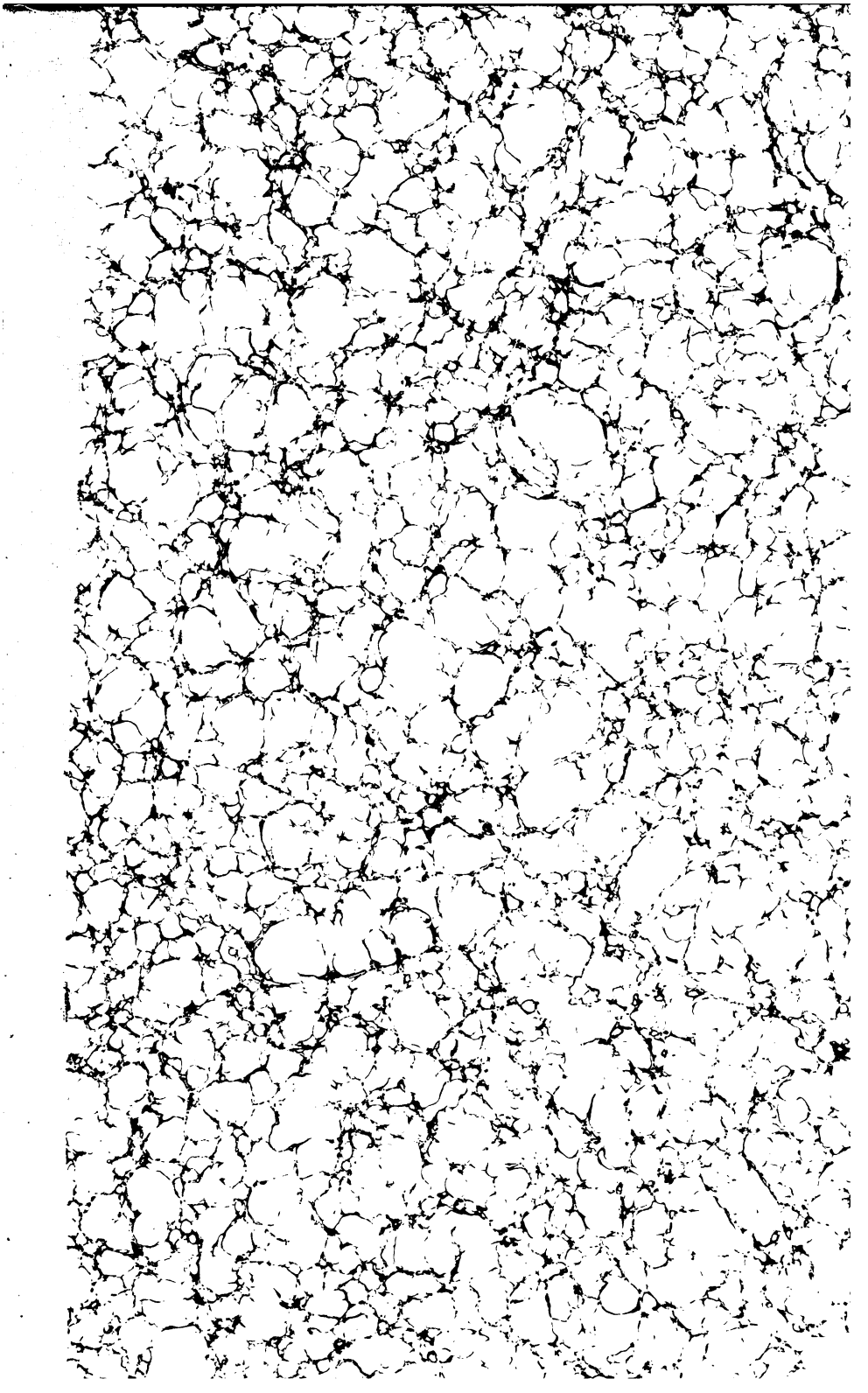
CHEM
7325
1

2420.4

Chem 7325.1



SCIENCE CENTER LIBRARY



Die

Augustin'sche Silberextraction

in

ihrer Anwendung

auf

Hüttenproducte und Erze.

Die

Auguſtin'ſche Silberextraction

in

ihrer Anwendung

auf

Hüttenproducte und Erze

von

August Grützner.

Mit 4 Kupfertafeln in groß Folio.

Braunſchweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1851.

Chem 7325.1
1900, June 25.
Gray Fund.
$1.50

Sr. Hoch- und Wohlgeboren,

dem Herrn

Friedrich Constantin Freiherrn von Beust,

Königl. Sächs. Berghauptmann, Director des Oberbergamtes und Blaufarbenwerkscommissarius, Ritter des Königl. Sächs. Verdienstordens und des Kaiserl. Russ. St. Annenordens zweiter Klasse,

als Beweis

der innigsten Verehrung

gewidmet

vom Verfasser.

Vorrede.

Wenn man bedenkt, daß ſchon ſeit vielen Jahren Wetzlar die Eigenſchaft der concentrirten Kochſalzlauge, feinzertheiltes Chlorſilber aufzulöſen, erkannt und der chemiſch gebildeten Welt als intereſſante Neuigkeit übergeben hatte; wenn man bedenkt, daß ſchon längſt die Wiſſenſchaft den Amalgamationsproceß aufgehellt und die Chlorſilberbildung bei demſelben nach vielen Anſtrengungen nachgewieſen hatte; wenn man ferner bedenkt, wie unendlich einfach der Extractionsproceß iſt, indem er im Allgemeinen nur »in einem Auflöſen des beim Röſten mit Kochſalz entſtandenen Chlorſilbers in concentrirter Kochſalzſolution und Zerſetzung dieſer Chlorſilberlöſung mittelſt metalliſchen, immer wieder gewonnenen Kupfers« beſteht; wenn ſogar ein ähnlicher Proceß vermittelſt Aetzammoniak von Gmelin und Rivero angedeutet worden war, ja ſelbſt in Frankreich ſchon einer Ausführung ſich zu erfreuen gehabt hatte *), ſo muß man in der That ſtaunen, wie es der neueſten Zeit vorbehalten bleiben konnte, eine Anwendung von der genannten Eigenſchaft der Kochſalzlauge in dem Gebiete der Metallurgie zu finden. Denn erſt in dieſem Jahrzehnt

*) Ann. d. min. T. XIV. V. livr. d. 1848. pag. 331.

hat **Augustin**, Berggeschworner in Eisleben, die Umstände erkannt, durch welche erwähntes Princip erst zu einer vollkommen industriellen Methode erhoben werden konnte, und seinen vielfachen Bemühungen und seiner eisernen Beharrlichkeit ist es gelungen, Kupferstein nach vorausgegangenem Rösten mit Salz durch Laugen mittelst concentrirter Kochsalzauflösung mit einem bedeutenden Gewinne gegen die Amalgamation zu entsilbern.

Hierauf wurde in Freiberg dieselbe Aufgabe in Bezug auf Silbererze in Folge der großen Ausdauer und des hohen, jedem Fortschritte huldigenden Unternehmungsgeistes der dortigen Behörden ebenfalls glücklich gelöst, wie auch vom Verfasser durch vielfache, allerdings bisher nur im kleinen Maßstabe ausgeführte Versuche eine sehr günstige Entsilberung des Rohsteins, der Speise und der bleifreien, antimonhaltigen Schwarzkupfer erzielt worden ist, so daß wenigstens sämmtliche Hüttenproducte und Erze, welche bisher durch die Amalgamation zu Gute gemacht worden sind, extrahirt und somit wegen der Ersparung des Queckſilbers und Umtriebsmaschinen billiger verarbeitet werden können.

Der systematischen Anordnung gemäß sollte zwar die Extraction der Erze zuerst behandelt werden, jedoch erlaubt sich der Verfasser die Kupfersteinextraction, nicht nur, weil sie zuerst technische Anwendung gefunden, sondern auch den glänzendsten Sieg über alle anderen Processe davon getragen hat, der Erzextraction vorauszuschicken und das Ganze in zwei Haupttheile:

I. Extraction der Hüttenproducte:
des Kupfersteins,
des Schwarzkupfers,
der Speise und
des Rohsteins;

II. Extraction der Erze:
der rein kiesigen Erze, sowie
der reinen Dürrerze oder
eines Gemenges von kiesigen und
Dürrerzen

zerfallen zu lassen, nebenbei aber der ebenfalls von ihm mit größter Aufmerksamkeit verfolgten Ziervogel'schen Methode: »der Bildung von schwefelsaurem Silberoxyde und Zersetzung der Auflösung desselben in heißem Wasser ebenfalls mittelst Kupfers« als Anhang Erwähnung zu thun. Ueber die Becquerel'sche Methode hat man bis jetzt zu wenig Aufschluß, so daß der Verfasser ebenfalls im Anhange nur die Idee davon anzugeben vermag. Gleichfalls nur als Anhang konnte die Entgoldung der Producte und Erze durch die Extraction mittelst concentrirter Kochsalzlauge behandelt werden, da dieser Proceß noch nicht die nöthige Vollkommenheit erlangt hat und somit hier nur der Impuls zum weiteren Studium gegeben werden kann.

Welch weiter Schritt von der Manipulation in Kölbchen und Bechergläsern bis zur Ausführung ist, davon liefert die Extraction den schlagendsten Beweis, wiewohl wiederum nicht zu leugnen ist, daß man mit guten chemischen Kenntnissen, einer gesunden Theorie und einem verständigen Geiste ausgerüstet weit eher die Ursachen eines jeden Verfahrens und der Erscheinungen einsehen, begreifen und beurtheilen oder auch bei vorfallenden Schwierigkeiten solchen leichter abhelfen kann, als mit einer rein empirischen Kenntniß. Deshalb sieht der Verfasser es auch für unerläßliche Pflicht an, sowohl die geringsten praktischen Kunstgriffe zu beschreiben, als auch die Theorie jedem einzelnen Processe so ausführlich und gründlich hinzuzufügen, daß ein Jeder, mag er auch nur mangelhafte chemische Kennt-

niſſe beſitzen, alle während der Ausführung vorkommenden Erſcheinungen ohne Zeit und Geld raubende Analyſen ſich erklären und danach vorgekommene Fehler abzuändern vermag.

Diejenige Durcharbeitung und diejenige Gleichmäßigkeit, Einheit und Abgeſchloſſenheit, wie man von gelehrten Werken zu erwarten berechtigt iſt, wird der geehrte Leſer allerdings in dieſem kleinen Werkchen nicht finden, weil dann die dem Verfaſſer überaus ſpärlich zugemeſſene freie Zeit die Vollendung der Arbeit ungemein verzögert und dadurch den ganzen Zweck derſelben vereitelt haben würde, nämlich die baldigſte Verbreitung erwähnter Silbergewinnungsmethode durch dieſen Leitfaden, der aus der Quelle langer und vielſeitiger Erfahrungen geſchöpft iſt, in der hüttenmänniſchen Welt zu befördern, und den bisher um die Extraction ſtreng gehüllten myſtiſchen Mantel, der jederzeit dem Emporſtreben der Induſtrie ſo ſehr geſchadet hat, ſo ſchnell als möglich abgeworfen zu ſehen.

Schließlich kann ich nicht umhin, meinem Freunde C. R. Bornemann für die beigefügten Zeichnungen hierdurch öffentlich meinen Dank abzuſtatten.

Muldner Hütte bei Freiberg, den 31ſten October 1850.

Der Verfaſſer.

Inhaltsverzeichniß.

Erſter Theil.

Extraction der Hüttenproducte.

Erſter Abſchnitt.

Extraction des Kupferſteins.

Seite

Einleitung 3

Abtheilung I. Vorarbeiten.

Erſtes Capitel. Spuren des Kupferſteins 9

A. im Schachtofen 11

a) im Ofen mit geſchloſſener Bruſt 14

b) im Ofen mit offener Bruſt 14

B. im Flammenofen 15

a) Conſtruction des Ofens 16

b) Manipulation 19

c) Theorie des Proceſſes 29

d) Roaſten 33

Zweites Capitel. Vorbereitung des Kupferſteins 35

A. Pochen 35

B. Mahlen 36

Abtheilung II. Hauptarbeiten.

Erſtes Capitel. Röſten 39

A. Röſtofenconſtruction 39

		Seite
	a) Röstofen mit einem Heerde	39
	b) — — zwei übereinander liegenden Heerden	39
	c) — — Gasfeuerung	41
	B. Manipulation	48
	a) Vorrösten	48
	b) Todtrösten	49
	c) Probe der vollkommen todtgerösteten Post	50
	d) Gutrösten	50
	e) Verfahren bei sehr viel Gröbe gebendem Stein oder uneingerichteten Arbeitern	51
	f) Vorsichtsmaßregeln	52
	g) Flugstaubverarbeitung	52
	C. Theorie des Röstens	52
	Schlußfolgerungen	63
Zweites Capitel.	Laugen	64
	A. Einrichtung und Aufstellung sämmtlicher Apparate	64
	a) des Laugreservoirs	64
	b) der Laugpfanne oder Sättigungsbassins	65
	c) der Laugbottiche nebst der Filtrirvorrichtung	66
	d) des Abklärgefäßes	67
	e) der Silber- und Kupferpräcipitationsgefäße	68
	f) der Pumpenbassins	68
	g) der Laughebungsmaschine	68
	h) des Entsalzungsapparates	69
	i) der Ausstürzvorrichtung und Ausstürzbühne	69
	k) des Erwärmungsofens	69
	l) des Krystallisationskellers nebst zugehörigen Bottichen, Gerinnen und Pumpen	69
	B. Manipulation	70
	a) Füllen der Lauggefäße mit gerösteten Kupferstein	70
	b) Laugen	70
	c) Entsalzen	71
	d) Präcipitiren der Metalle nebst Bereitung von Cementkupfer	72
	e) Ausschlagen der Rückstände	79
	f) Verfahren mit der unreinen Lauge	80
	C. Theorie	81

Abtheilung III. Nacharbeiten.

Seite

Erstes Capitel. Anknoten der Rückstände 91
A. Vorrichtungen 91
a) Anknetevorrichtung 91
b) Trockenapparat 91
B. Manipulation 92

Zweites Capitel. Verschmelzen der Rückstände auf Schwarzkupfer 93

Drittes Capitel. Raffiniren des Schwarzkupfers im Flammenofen. 99
A. Roasten oder Spleißen 100
B. Eigentliches Raffiniren 100

Viertes Capitel. Raffiniren des Cementsilbers 114
A. im Tiegel 115
B. im Flammenofen 118

Zweiter Abschnitt.

Extraction des Schwarzkupfers.

Abtheilung I. Vorbereitende Arbeiten.

Erstes Capitel. Zerkleinern des Schwarzkupfers . . 124

Zweites Capitel. Beschicken 125

Abtheilung II. Hauptarbeiten.

Erstes Capitel. Rösten 127

Zweites Capitel. Laugen 130

Abtheilung III. Nacharbeiten 131

Dritter Abschnitt.

Extraction des Rohsteins 132

Vierter Abschnitt.

Extraction der Speise.

Abtheilung I. Vorarbeiten.

Erstes Capitel. Concentriren der Speise 133

Zweites Capitel Zerkleinern 134

Abtheilung II. Hauptarbeiten.

Erstes Capitel. Rösten 135
A. Vorrösten 135
B. Rösten mit Eisenvitriol 136

Seite

C. Garröſten 136

Zweites Capitel. Laugen 138

Abtheilung III. Nacharbeiten 138

Zweiter Theil.

Extraction der Erze.

Einleitung 141

Abtheilung I. Vorbereitende Arbeiten (Beſchicken) 142

Abtheilung II. Hauptarbeiten (Röſten und Laugen) 145

Abtheilung III. Nacharbeiten (Verarbeitung reicher Rückſtände) . . 154

Abtheilung IV. Ueber eine Combination des Auguſtin'ſchen Extractionsproceſſes mit einem Theil der amerikaniſchen Amalgamation . . 155

Anhang I. Ziervogel'ſche Methode 158

Anhang II. Becquerel'ſche Methode 162

Anhang III. Goldextraction 164

Erklärung der Tafeln 169

Literatur.

Moniteur industriel 1847, 1165.

Dingler pol. Journ. CVI. 75.

Erster Theil.

Extraction der Hüttenproducte.

Erſter Abſchnitt.

Extraction des Kupferſteins.

Einleitung.

Unter allen Methoden, das Silber aus Kupferproducten zu ſcheiden, iſt die Saigerung die älteſte und die noch ziemlich verbreitetſte; aber wie höchſt unvollkommen der Saigerhüttenproceß iſt, beweiſen hinlänglich nicht nur die vielen und rühmlichen Anſtrengungen zur Veränderung und Verwerfung deſſelben, ſondern auch das Aufſehen, welches durch jede, wenn auch noch ſo geringe Abänderung in der hüttenmänniſchen Welt ſogleich erregt wurde. Welchen großen Hoffnungen gab man ſich nicht hin, ſobald man von dem ſogenannten hydroſtatiſchen Schmelzen hörte! Welche Erwartungen hegte man nicht überall von der Amalgamation des Kupferſteins! Wie gern griff man zuletzt nicht ſelbſt nach einer mit Anwendung von Säuren verbundenen Manipulation. Aber das hydroſtatiſche Schmelzen wurde ſelbſt da abgeworfen, wo es zuerſt aufgetaucht war und wo man es hinlänglich mit allem Eifer geprüft hatte. Die Amalgamation ſchien ſich leider nur da Bahn brechen zu können, wo man es mit Producten zu thun hatte, in denen der Gehalt an Blei wenigſtens ſehr gering

Hydroſtatiſches Schmelzen.

Amalgamation.

war. Eben so wenig konnte der in Freiberg ausgeführte, der
Nasser Weg nach Serbat. Methode von Serbat*) ähnliche Versuch, den zugebrannten Kupferstein in verdünnter Schwefelsäure aufzulösen, die kupferhaltige Solution auf Vitriol zu versieden und den silber- und bleihaltigen Schlamm der Bleiarbeit zurückzugeben, sich einer Einführung im Großen wegen der mit dieser Methode verknüpften bedeutenden Kosten und Metallverluste erfreuen. Eben so hat man von der
Verschmelzen des Bleisteins zu Frischstücken. Ausführung des Versuchs, den Bleistein nach erfolgter, höchst sorgfältiger Röstung mit bleiischen Vorschlägen sogleich zu Frischstücken zu verschmelzen, nach den auf der Gustav-Adolphshütte in Fahlun gefundenen Schwierigkeiten auf anderen Hütten abstehen müssen. Durch ein
Einträuken des Schwarzkupfers. Einträuken des Schwarzkupfers in flüssiges Blei würde man zwar der Nothwendigkeit entgehen, das Blei einem heftigen Gebläse auszusetzen; aber ob dieses Verfahren in technischer und ökonomischer Beziehung genügen würde, möchte wohl noch zu bezweifeln sein. Daher sah man sich bisher da, wo auch die Amalgamation nicht zum Ziele führen wollte, genöthigt, immer wieder zu
Saigerproceß. dem Saigerprocesse zurückzukehren, zu einem Processe, der wahrhaft berüchtigt ist durch seinen nicht zu vermeidenden, oft 50, ja 70 Proc. des ausgebrachten Garkupfers übersteigenden Bleiverlust, so wie auch durch den langen, ihm sich nachschleppenden Schweif von Nebenproducten und Nebenarbeiten, wodurch nicht nur ein nicht unbedeutender Theil von Kupfer und Silber in's Weite, wo nicht gar der Wiedergewinnung verloren geht, wodurch nicht nur Blei, Brennmaterial und Arbeitslohn consumirt wird, sondern auch der ganze Proceß nie zum Ende und zu einem wahren Abschlusse gelangt. Dieser letztere Uebelstand würde aber bei der bekannten Schwierigkeit, den Metallgehalt in den einzelnen Saigerproducten genau zu bestimmen, nur um so größer, sobald man den Saiger-

*) Schweiger, Jahrbuch der Chemie und Physik. 1827, S. 282.

hüttenproceß mit einem Silber- und Bleihütten-proceß eng vereinigen wollte, um, wie man oft äußern hört, die den ganzen Proceß so sehr vertheuernden Nebenproducte gelegentlich, ohne besonderen Aufwand, mit durchzuschmelzen. Saigerproceß in Verbindung mit einer Blei- und Silberhütte.

Wiewohl nicht geleugnet werden kann, daß das Saigerwerkblei als Vorschlag bei der Bleiarbeit in Folge seines, oft mehrere Procent betragenden Kupfergehaltes auf den Ofengang nur eine sehr günstige Wirkung ausüben würde, so möchte doch noch zu bezweifeln sein, daß es seinen Kupfergehalt an den Bleistein abgäbe, so daß man es lieber mit anderem reichen Werkblei sogleich abtreibt, wie man auch dieses Verfahren bei den ebenfalls armen, von der armen Bleiarbeit erhaltenen Werken vorzuziehen pflegt, trotzdem daß man dem Anscheine nach den Treibeverlust und Kosten ersparen würde.

Von den übrigen Nebenproducten, die in Summa immer noch das Achtfache des ausgebrachten Garkupfers weit übersteigen, sollte man zwar glauben, daß außer Heerd und Glätte noch Frischabstrich, Flugstaub, Frischsaigerdörner, Frischofenbruch, Saigerbacken, Darrgeschur und Garschlacken in Folge ihres hohen Bleigehaltes als Vorschlag zur Bleisteinarbeit benutzt, die kupferreicheren Producte aber, als Winkel, Darrofenbruch, Pickschiefer, Hüttenschlich, aufbereitetes Gargekrätz und Garschlich, durch dieselbe Arbeit mit Vortheil zu Gute gemacht werden könnten, zugleich aber auch die in dem Schwarzkupfer enthaltenen, dem Kupfer aber sehr schädlichen Bestandtheile, wie Antimon, Arsen und Zink, welche sich in den Nebenproducten vorzüglich anhäufen, wieder an Schwefel gebunden und beim Zubrennen des Kupfersteins leicht verflüchtigt würden; jedoch darf man in diesem sehr verlockenden Falle, wo nur eine langjährige, mit tiefer Auffassung aller Erscheinungen verbundene Praxis im Saiger- und Silberhüttenwesen zugleich ein entscheidendes Urtheil fällen kann, nur die nicht auf Vorurtheile basirte Thatsache am Kürzesten selbst sprechen lassen, daß man auf der großen, höchst zweckmäßig eingerichteten und mit der Bleihütte schon

ſeit Jahrhunderten eng verbundenen Saigerhütte zu Ocker es für gut findet, von den ganzen Saigernebenproducten nur die Krätzfriſchſchlacke, wovon von jeder Krätzbeſchickung (160 — 180 Ctr. Krätze, 40 Ctr. Glätte oder Herd und 4 — 6 Ctr. Pochwerkskrätzſchwarzkupfer) höchſtens 24—30 Ctr. fallen und der Centner 20 — 30 Pfund Blei hält, der Bleiarbeit zu übergeben und alle übrigen lieber beſonderen Arbeiten, der Krätzfriſch-arbeit und der Garſchlackenarbeit, zu unterwerfen. Eben ſo wird in Lautenthal und Altenau, wo ebenfalls Saigerung mit der Blei- und Silberhütte eng vereinigt iſt, nur die beim Verarbeiten des Saigerdarrgekrätzes fallende Saigerſchlacke dem zweiten, dritten und vierten Steindurchſtechen einverleibt und ebenfalls alle übrigen einer beſonderen Arbeit, der Kupferſchur-arbeit, übergeben; nicht minder hat man in Andreasberg unter gleichen Verhältniſſen für die ſämmtlichen, nicht abſetzbaren Saigernebenproducte die Kupferkrätzarbeit beibehalten.

Sonach würden durch eine Verſchmelzung der Saigerung und der Bleihütten außer den Erſparniſſen, die jedesmal ein größerer, vereinigter Betrieb darbietet, nur die Verarbeitungsunkoſten der oben genannten Dörnerſchlacken vermieden, dafür aber die auf manchen Werken ſchon bis auf eine enorme Höhe angewachſenen Bleiſchlackenvorräthe proportional vermehrt werden; ja ſelbſt die Unkoſten des Kupferbrechens könnten bei bleireichen Schwarzkupfern nicht einmal vermindert werden, indem alle bisher gemachten Verſuche geſcheitert ſind, dergleichen Schwarzkupfer ſogleich nach dem Abſtechen, während es noch warm iſt, zu zerbrechen.

Steinkohlen als Surrogat für Holzkohlen zum eigentlichen Saigerproceß zu verwenden, unterläßt gewiß ein Jeder, der das Saigern aus der Praxis hat hinreichend kennen gelernt, wenn er nur hat ſehen wollen, wie trotz der dem Proceſſe höchſt angemeſſenen, allmähligen Erhöhung, höchſt gleichförmigen Vertheilung und leichten Regulirung der durch Holzkohlen zu erzeugenden Gluth immer noch viel Kupfer mit fortgeführt wird, geſchweige denn, wenn aus

Nachlässigkeit eine zu frühe Verstärkung des Feuers eintritt. Eher läßt sich beim Darren, wo es einmal nicht vermieden werden kann, daß die vorzüglich zuletzt abfließenden Schlacken einen Gehalt von 20 Proc. Kupfer und 1½ Loth Silber erreichen, ein Vortheil durch Anwendung von guten Steinkohlen erwarten.

Der Augustinsche Extractionsproceß dagegen zeichnet sich gerade aus durch seine Einfachheit, durch die Schnelligkeit des Silberausbringens und durch seine vollständige und viel wohlfeilere Aufarbeitung ohne Erzeugung eines langen Gefolges von lästigen Nebenproducten, aus welchen man das Silber ohne neuen Verlust nicht gewinnen kann. Hierin vereinigt er sich mit der Amalgamation, gegen welche er im Allgemeinen und Wesentlichen eine vollkommenere Entsilberung, die Ersparung des Quecksilbers und der zum Betriebe der Garrostmühle, Anquicksässer und der Waschbottiche nöthigen Maschinerie zuläßt, ja bei einem speise- und bleifreien Producte das für die Amalgamation nöthige Mahlen des Garrostes, das wiederholte Hinein- und Herausbringen des Mehles in den Ofen und somit auch die dabei nie zu vermeidenden Verluste umgeht, dagegen den Nachtheil besitzt, daß er etwas mehr Brennmaterial verbraucht und einer immerwährenden Aufmerksamkeit der Arbeiter bedarf. Was den Einfluß des Extractionsprocesses auf die Gesundheit der Arbeiter anbelangt, so ist zu bemerken, daß beim Rösten und beim Füllen der Laugfässer der Arbeiter sehr den Chlordämpfen ausgesetzt ist; jedoch sind dieselben gewiß nicht so gefährlich als Quecksilberdämpfe.

Der Augustinsche Extractionsproceß.

Aber wie die Amalgamation, so verlangt der Extractionsproceß, wenn er nicht als ein nur den Gelddurst stillender Raubproceß betrachtet werden soll, unbedingt einen an Kupfer reichen Lech. Alle anderen Uebelstände, sogar ein bis auf 10, ja 15 Proc. steigender Bleigehalt, lassen sich durch eine gute Leitung des Processes vollkommen beseitigen; jedoch ein zu geringer Kupfergehalt wird jedesmal, selbst nach der vortrefflichsten Führung und ausgezeichnet günstigen Resultaten, nicht nur den Silbergehalt in

dem erzeugten Garkupfer zu einer ungern geſehenen Höhe concentriren, zumal da mehr Lech als Schwarzkupfer bei der Verarbeitung der entſilberten, kupferarmen Rückſtände fällt, ſondern auch die Metallverluſte und nicht minder auch die Unkoſten bedeutend erhöhen.

Die Wichtigkeit einer Kupferſteinconcentration oder der Kupferſteinſpurarbeit, als Vorarbeit für den Extractionsproceß, iſt daher einleuchtend, und ich habe im Folgenden zunächſt die günſtigſten Verhältniſſe für das Spuren aufzuführen und näher aus einander zu ſetzen.

Abtheilung I.

Vorarbeiten.

Erstes Capitel.

Spuren des Kupfersteins.

So einfach das Verschmelzen eines mit drei bis höchstens fünf Feuern zugebrannten Steines, d. h. das Spuren oder Concentriren für den ersten Augenblick erscheinen mag, so schwierig ist es in der Ausführung, einestheils weil sich Schwarzkupfer oder sogar Eisensäuen dabei leicht ausscheiden, ein Uebelstand, mit welchem vorzüglich der Schachtofenproceß zu kämpfen hat, anderentheils weil bedeutende Kupferverluste eintreten können; und dieser letztere, höchst wichtige Umstand ist hauptsächlich beim Flammenofenprocesse zu berücksichtigen. Vergleich des Schachtofens gegen den Flammenofen.

Was die ökonomischen Vorzüge des einen oder des anderen Processes anbelangt, so entscheiden darüber meist nur locale Verhältnisse. Das Vorkommen von Steinkohlen unmittelbar in der Nähe der Hütten, so wie Mangel an hinreichender und billiger Umtriebskraft, nicht minder auch das größere Durchsetzquantum werden jederzeit für den Flammenofenbetrieb sprechen, zumal da man bei demselben den Ankauf und die Unterhaltung aller Umtriebs- und Gebläsemaschinen umgeht, wiewohl dagegen die Erbauung und Unterhaltung sehr hoher Essen, die Nothwendigkeit der solidesten Herstellung des Ofens, die Kostbarkeit des dazu zu

verwendenden Materials und die ſehr theueren Reparaturen ein nicht geringes Gewicht in die andere Wagſchale legen können. Die Frage aber, ob das Brennmaterial bei dem oder bei jenem Proceſſe nutzbarer und mit größerem Effecte verwendet wird, eine Frage, die bei der jetzt allgemein anerkannten Nothwendigkeit größtmöglicher ökonomiſcher Benutzung der Brennmaterialien die gewiſſenhafteſte Berückſichtigung verdient, möchte wohl in vielen Fällen zu Gunſten des Schachtofenproceſſes zu beantworten ſein. Denn mag auch der Gasverluſt beim Vercoaken ſehr bedeutend ſein, mag auch durch die Einwirkung der im Schmelzpunkte gebildeten Kohlenſäure auf die darüber liegende Coaksſchicht nicht nur viel Kohlenoxydgas, welches erſt oberhalb der Schicht zur Verbrennung gelangt, verloren gehen, ja ſogar durch die Umwandlung der Kohlenſäure in Kohlenoxydgas eine Temperaturverminderung im Ofenſchachte eintreten: ſo iſt doch nicht zu leugnen, daß in den Schachtöfen, da der pyrometriſche Wärmeeffect des Coaks höher iſt als der der Steinkohlen, auch der größte, für metallurgiſche Zwecke nur anwendbare Hitzgrad erzeugt werden kann, daß eine vollkommene Ausnutzung dieſes Hitzgrades, weil der Coak und das Schmelzgut in faſt unmittelbarer Berührung mit einander der chemiſchen Einwirkung ausgeſetzt werden, erzielt wird, daß ferner aller Coak durch die Berührung mit dem aufſteigenden, heißen Gasſtrome bereits einen bedeutenden Hitzgrad, alſo eine bedeutendere Zerſetzungsfähigkeit erlangt, noch ehe er zur Verbrennung gelangt und daß man endlich den dazu nothwendigen Wind ſehr genau abmeſſen kann, während man bei Flammenöfen die Feuerung nie ſo ſorgfältig zu bedienen im Stande iſt, daß ſtets eine vollkommene Verbrennung ohne ein Zuſtrömenlaſſen von überſchüſſiger Luft ſtattfindet; es wird vielmehr theilweiſe, vorzüglich beim Aufgeben des Brennmaterials, eine ſehr unvollkommene Verbrennung, daher auch eine ſehr unzureichende Benutzung deſſelben eintreten, theilweiſe wird aber auch, namentlich bei Erzeugung einer ſehr hohen Temperatur, die durch den Roſt einſtrömende Luft auf

ihrem sehr kurzen Wege durch die Kohlenschicht und den Schmelzraum nicht hinreichende Zeit finden, sich zu erwärmen und zu zersetzen, somit auf Kosten des Brennmaterials und der Hitze im Schmelzraume, ohne etwas zu nützen, neue Wärme absorbiren und erst in der Esse nach erfolgter Erlangung der nöthigen Wärme und vollkommener Mengung mit den noch unverbrannten Gasen zum größten Theile verbrennen, während die unbrennbaren Gase, Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdampf, sich mit dem aus dem Brennmateriale entwickelten Gase mengen und daher die Intensität der Hitze bei ihrer Verbrennung vermindern, wie ja auch das reine Kohlenoxydgas bei einer Verbrennung in atmosphärischer Luft einen höheren Hitzgrad entwickelt als der Kohlenstoff, weil ein Gewichtstheil Kohlenoxydgas im Ganzen nur 2,47 Gewichtstheile, ein Gewichtstheil Kohlenstoff aber 12,57 Gewichtstheile gasförmiger Verbrennungsproducte erzeugt, wenn der aus der atmosphärischen Luft abgeschiedene Stickstoff hinzugerechnet wird. Ferner hat man die Wärme in Anschlag zu bringen, die man zur Erzeugung des Luftzuges der Esse opfern muß; so wie die sehr bedeutende Abkühlung durch die Seitenwände und die Essenmauern. Alle diese Nachtheile des Flammenofens treten aber um so mehr hervor, je höher die Temperatur verlangt, ein je stärkerer Luftzug also erfordert und eine je geringere Zeit daher der Luft zu ihrer Erwärmung und Zersetzung gestattet wird, so daß die Berechnung von Peclet sehr an Wahrscheinlichkeit gewinnt, wonach bei Flammenöfen für hohe Temperaturen die auf dem Herde genutzte Wärme nicht über $1/8$ bis $1/10$ derjenigen Wärme beträgt, welche das Brennmaterial bei seiner vollkommenen Verbrennung zu erzeugen im Stande ist.

A. Spuren im Schachtofen.

Die Ausscheidung von Schwarzkupfer ließe sich zwar durch ein unvollkommenes Zubrennen des Steins oder durch Kieszuschlag vermeiden; jedoch würde man hiermit die gewünschte Con-

centration des Kupfers im Spurſteine durch eine einzige Arbeit nicht erreichen, ſondern man würde ſich genöthigt ſehen, den theueren Spurproceß zu wiederholen. Hierbei hat man aber jedesmal bemerkenswerthe Verluſte zu beklagen, und da durch die ſpäter folgende chlorirende Röſtung des Steins die das Kupfer verunreinigenden Nebenbeſtandtheile zum größten Theile verflüchtigt werden, man ſomit der öfteren Concentration zur Ausbringung eines vorzüglich reineren Kupfers nicht bedarf, ſo hat man natürlich die Wiederholung der theueren Concentrationsarbeiten zu vermeiden; daher hat ſich der Verfaſſer bemüht, in Folgendem die Urſachen der Kupferausfällung und die zu ihrer Umgehung geeignetſten Mittel aufzuſuchen.

Beſitzt das ſich beim Spuren ausſcheidende Schwarzkupfer die Eigenſchaft, daß es ſich, meiſtens in Folge eines geringen Antimongehaltes, nach einem ſtarken Glühen zum feinſten Pulver verwandeln läßt, ſo iſt mit der Schwarzkupferausfällung kein Nachtheil verbunden, ſondern man extrahirt dann ebenfalls dieſes Product, wie wir weiter unten in der Abhandlung über Schwarzkupferextraction werden näher kennen lernen. Ein Nachtheil tritt nur dann ein, wenn das ausgefällte Schwarzkupfer entweder ſchon zu rein, was jedoch nur höchſt ſelten der Fall ſein kann, oder zu reich an Blei iſt, ſo daß es eine für die Extraction taugliche Zerkleinerung nicht zuläßt und man ſich genöthigt ſieht, dieſes ſchon an und für ſich höher als Spurſtein zu verwerthende Product einem nochmaligen Verſchmelzen mit rohem Steine oder Kies, oder wiederum der Saigerung zu übergeben. Außerdem concentrirt ſich in dieſer Art von Schwarzkupfer nebſt vielen Unreinheiten, als Antimon, Blei, Arſen, Eiſen ꝛc., noch der größte Theil des Silbers von der ganzen Beſchickung, ſo daß es einen ſo hohen Reichthum an Silber erlangen kann, daß derſelbe, wenigſtens nach den bisher über die Schwarzkupferextraction, wie auch früher bei der Saigerung und Amalgamation gemachten Erfahrungen, eine gewiſſe Grenze überſchreitet und ein nicht gern geſehener Silbergehalt in den Rückſtänden bleibt,

während der mit dem Schwarzkupfer zugleich erhaltene Lech oft so arm an Silber ausfallen kann, daß eine Gewinnung desselben aus diesem Producte nicht mehr von Vortheil ist und daß das daraus dargestellte Garkupfer oft noch mit einem Gehalte von 3 Loth dem Handel übergeben werden muß.

Die metallischen Ausscheidungen sind jedoch, sobald der Stein viel Blei, Arsen und Antimon enthält, selbst bei einem sehr geringen Grade der Röstung, gar nicht in einem Schachtofen, sei er auch noch so zweckmäßig construirt, zu umgehen, weil die beim Rösten sich bildenden Oxydationsstufen dieser Bestandtheile im Schachtofen durch die Kohle sogleich in den metallischen Zustand zurückgeführt und dann nicht nur die Oxyde des Kupfers, sondern auch das Eisenoxyd reducirt werden, so daß Legirungen von Kupfer, Eisen, Arsen und Antimon sich ausscheiden müssen.

Im Allgemeinen aber wird bei von Blei, Arsen und Antimon freien Steinen um so weniger Schwarzkupfer ausfällen können, je höher die Temperatur im Ofen, auf einen je geringeren Raum daher der Schmelzpunkt concentrirt, eine je kürzere Zeit folglich der Stein während seines Niedergehens bis zum Schmelzpunkte dem Glühen und dem damit eng verbundenen Metallverluste ausgesetzt, je schneller der schmelzende Stein dem oxydirend wirkenden Einfluß des Gebläses entzogen, je eher die Gebläseluft im Ofen zersetzt, je mehr das ausgezeichnet reducirend wirkende Kohlenoxydgas im Schachtraume erhalten, je vollkommener ebenfalls nur in Folge einer sehr hohen Temperatur das die Kupferausscheidung sehr begünstigende Blei verbrannt und je länger der geschmolzene Stein, geschützt durch eine starke Schlackendecke vor der Einwirkung des Gebläses, im schmelzenden Zustande erhalten wird. Im letzteren Falle nämlich wird das schon erzeugte metallische Kupfer von den noch nicht vollständig mit Metall gesättigten, im Ansammlungsraume des Ofens noch flüssig befindlichen Schwefelverbindungen aufgelöst, ja sogar der Spurstein noch durch die in Folge der oxydirenden Wirkung der an Oxyden reichen Kupferschlacke auf das Schwefeleisen (des Steins)

und Verſchlackung deſſelben an Kupfer angereichert. Allen genannten Anforderungen, ſo wie denen der Brennmaterialerſparniß und des höheren Durchſetzquantums entſpricht unter den Schachtöfen ein

Ein Ofen mit geſchloſſener Bruſt.

Halbhohofen mit geſchloſſener Bruſt und einem im Ofen befindlichen Anſammlungsraum, ſo wie zum Theil auch die Anwendung von heißer und nicht zu ſtarker Gebläſeluft; während bei einem Ofen mit offener Bruſt und Anwendung von kalter Gebläſeluft der größte Theil des auf die ſchwefelſauren Metalloxydſalze vortrefflich reducirend wirkenden Kohlenoxydgaſes durch das Auge entfernt wird, ſomit das ſchwefelſaure Kupferoxyd, wie auch die übrigen ſchwefelſauren Salze in Folge der Zerſetzung der Schwefelſäure in Sauerſtoff und ſchweflige Säure oxydirend auf die noch unzerſetzten Schwefelmetalle wirken werden und der Ofen durch den Verluſt der heißen Gaſe, wie auch durch den unvorbereitet eingeleiteten und daher ſich erſt im Schachtraume auf Koſten des Brennmaterials zerſetzenden und erwärmenden Wind abgekühlt wird. Aus dieſen Gründen wird man auch in einem Krummofen, wo ein ſehr ſcharfes und heftiges Gebläſe nöthig iſt, das meiſte Schwarzkupfer erhalten.

Ein Ofen mit offener Bruſt.

Die Führung eines Ofens mit geſchloſſener Bruſt iſt allerdings, wie auch die bei Anwendung von heißer Gebläſeluft, viel ſchwieriger, indem man nicht nur durch Zuſatz von Quarz, oder (ökonomiſcher) reiner quarziger Kupfererze einen ſaigeren Gang erzielen muß, ſondern auch vielmehr mit Bühnen und Geſchur zu kämpfen haben wird; ja man würde ſich ſogar in die Nothwendigkeit verſetzt ſehen, einen Ofen mit offener Bruſt nebſt kalter Gebläſeluft anzuwenden, wenn ein ſehr bedeutender Fall von Eiſenſauen ſelbſt durch Quarz- oder ſogar Kieszuſchlag nicht zu verhindern iſt, weil bei dieſer Art Oefen nicht nur kleine Eiſenſauen bequemer herausgeſchafft werden können, ſondern auch das das Eiſenoxyd bei ſehr hoher Temperatur ſehr leicht reducirende Kohlenoxydgas aus dem Schachtofen zum größten Theile entfernt und bei der ſo entſtehenden niedrigeren Temperatur im Ofen eine

beſſere Verſchlackung des Eiſenoxyds erzielt wird. Zugleich iſt noch hinzuzufügen, daß man bei letztgenannten Verhältniſſen eine viel bedeutendere Menge des im Steine enthaltenen Bleies gewinnt, wodurch oft die Wahl der Oefen mit offener Bruſt und Anwendung von kalter Gebläſeluft ganz beſtimmt vorgeſchrieben werden kann.

B. Spuren im Flammenofen.

Aus eben erwähnten Gründen, vorzüglich in Folge des oxydirenden Einfluſſes des Gebläſes, werden Schachtöfen, mögen ſie auch noch ſo zweckmäßig conſtruirt ſein, nie eine ſolche Concentration des Kupfers ohne Schwarzkupferbildung in dem zu erhaltenden Producte geſtatten, als Flammenöfen, wo das zu concentrirende Product von einer rein reducirenden Flamme ſtets umgeben iſt, ſomit nur die Oxyde und Salze auf die noch unzerſetzt gebliebenen oder zum Theil ſchon reducirten Schwefelmetalle einwirken können, wo die Schwefelmetalle ſo lange im Ofen zurückgehalten werden, daß alles etwa ſich während des Proceſſes ausſcheidende metalliſche Kupfer davon ſofort aufgelöſt wird, wo Eiſenſauen ſich nicht bilden, weil hier nicht Kohle oder Kohlenoxydgas, ſondern Schwefel das vorherrſchende Reductionsmittel iſt, wo aber auch, da der Stein der höchſten Temperatur lange ausgeſetzt zu ſein pflegt, bei der geringſten Unaufmerkſamkeit bedeutendere Kupferverluſte zu beklagen ſein können, als bei Schachtöfen.

Da der Flammenhüttenbetrieb meiſtens in den Händen von Privatleuten ruht, ein gründliches Studium deſſelben und eine ſorgfältige Ermittelung der Verluſte bei den einzelnen Arbeiten faſt ganz unmöglich gemacht wird, aber auch nur dieſer Proceß die günſtigſten Verhältniſſe für das Spuren darbietet, ſo ſehe ich mich genöthigt, in den Flammenofenprcoeß tiefer einzugehen, als ich es für den allgemein bekannten Schachtofenproceß im Vorhergehenden für nothwendig gehalten habe.

Die zum Spuren angewandten Flammenöfen ſind auf Taf. IV.

a) Flammofens-construction.

in Fig. 1 im Längendurchſchnitt, Fig. 2 im Grundriß, Fig. 3 im Horizontaldurchſchnitt durch die Heerdplatten, Fig. 4 im Querdurchſchnitt durch die Füllöffnung, Fig. 5 in der Seitenanſicht, Fig. 6 in der oberen Anſicht und auf Taf. III. in der Vorderanſicht dargeſtellt.

Unmittelbar auf dem Fundamente (Fig. 1, 2, 3), welches gewöhnlich ein maſſives Gewölbe nebſt einer darüber liegenden Ziegelſchicht oder auch gußeiſerne, durch mehrere Tragſäulen *a* unterſtützte, ebenfalls aber mit einer Ziegelſchicht *c* bedeckte Platten *b* bilden, ruht einer der wichtigſten Theile des ganzen Ofens, der Schmelzheerd *d*. Derſelbe beſteht meiſtens aus einem feuerfeſten Sande oder aus einer künſtlich zuſammengeſetzten Maſſe, d. h. aus ſtark zugebranntem, fein geſiebtem Quarz und Schlacke von einer hohen Silicirungsſtufe, und hat eine derartige muldenförmige Geſtalt, daß er von allen Seiten, d. h. von der Feuerbrücke *e*, von einer der Längenſeiten des Ofens *f* und von der Arbeitsthür *g* weg nach dem Stichloche *h* zu, das in der Mitte einer der Längenſeiten des Ofens angelegt iſt, abläuft, ſo daß das Abſtechen des flüſſigen Steins aus dem Ofen vollkommen bewerkſtelligt werden kann. Was die Verhältniſſe des Eſſenquerſchnittes zur Roſtfläche, die Lage des Roſtes, die Dimenſionen der Feuerbrücke ꝛc. betrifft, ſo hängen dieſe vorzüglich von der Beſchaffenheit der Steinkohlen ab; ſie werden am Sicherſten, da die Reſultate der Berechnung in der Praxis nie erreicht werden, durch beſonders vorgenommene Verſuche ermittelt, und die beigegebenen Zeichnungen, welche vorzüglich für backende und ziemlich gut ſchlackende Steinkohlen mittlerer Sorte beſtimmt ſind, werden hinreichend zum erſten Anhalten dienen. Im Allgemeinen hat hauptſächlich für wenig flammende, aber kohlenſtoffreiche Brennmaterialien ein tief liegender Roſt vor den weniger tief liegenden Roſten den Vorzug, daß eine faſt immer gleich ſtarke Lage von Brennmaterial auf dem Roſte liegt, ſo daß nicht allein die durch den Roſt eindringende atmoſphäriſche Luft ohne Aufwand durch die poröſe, heiße Aſchenſchlacke erwärmt wird, ſondern auch ſtets mit glühendem Brennmaterial in Berührung kommt und unzerſetzt ſchwieriger in den Ofen treten

kann; ferner daß eine zur augenblicklichen Verbrennung nöthige Hitze stets im Feuerungsraume vorhanden bleibt und die Destillationsproducte mit den Producten aus der Verbrennung der festen Bestandtheile des Materials sich in verhältnißmäßig constanteren Mengen entwickeln, also die Destillationsproducte zu einzelnen Zeiten, wie z. B. beim Aufschütten von frischem Brennmaterial, nicht in dem Grade vorherrschen, und daher auch weniger in einer schwarzen Rauchsäule unbenutzt verloren gehen. Von Vortheil aber ist es, den durch die stärkere Lage von Brennmaterial geschwächten Luftzug durch große Stücken Steinkohle, die gleichsam als Auflockerungsmittel in diesem Falle dienen, zu ersetzen.

Was die Feuerbrücke *e* anbelangt, so muß sie ziemlich stark gemacht werden, nicht nur um dem nachtheiligen Einflusse der sie gern unterwaschenden flüssigen Schlacken längeren Widerstand zu leisten, sondern auch um die darüber hin ziehenden unverbrannten Gase mit der überschüssigen, noch nicht zersetzten Luft sich vollkommen mengen zu lassen, wozu ein möglichst geringer Abstand vom Gewölbe sehr viel beitragen kann, weil dadurch eine gewisse Aufstauung und daher vollkommenere Mengung der zu verbrennenden Bestandtheile hervorgebracht wird. Ebendasselbe gilt vom Fuchse *i*, der so schmal als nur immer möglich, dafür aber verhältnißmäßig länger zu machen ist; daher besteht derselbe nur in einem Schlitze, der in eine möglichst hohe Esse *k* einmündet. Ueber die Maßverhältnisse der letzteren Gegenstände ist schon so viel, vorzüglich vom theoretischen Standpunkte aus, geschrieben, daß ich darüber ganz hinweggehen kann und nur die in der Zeichnung angegebenen Dimensionen derselben als genügend zu empfehlen brauche.

Der Feuerungsraum *l*, der eine meistens nur 10 bis 12 Zoll weite und ebenso hohe Schüröffnung *m* hat, ferner die Feuerbrücke *e*, die durch einen Luftcanal *n* abgekühlt wird, so wie der ganze Schmelzraum und die Esse sind anstatt mit Ziegeln mit Vortheil mit einer fest eingestampften, gut gemengten, halb feuchten Masse von 2 bis 3 Theilen stark zugebrannten Quarzes und 1 Theil

feuerfesten Thons auszukleiden, aber der Fuchs, so wie das Gewölbe *o* und oft auch der oberste innere Theil der Esse aus feuerfesten, bei der stärksten Glühhitze gebrannten und daher nicht mehr schwindenden Ziegeln zu construiren. Alle übrigen der Flamme nicht unmittelbar ausgesetzten Räume können mit ordinären, gut gebrannten Ziegeln ausgefüllt oder hergestellt werden.

Die Umfassungsmauern *p* bestehen meistens aus gut bearbeiteten Bruchsteinen oder werden durch Eisenplatten ersetzt.

Die Verankerung, Fig. 5 und 6, auf die man vorzüglich sein Augenmerk zu richten hat, lernt man aus der Zeichnung ebenfalls kennen. Vollkommene Dichtheit der Ofen- und Essenwände ist unbedingt nothwendig zur Vermeidung unnöthigen Luftzutritts und Abkühlung des Ofens.

Um in den Ofen bequem gelangen zu können, sei es nun während des Processes oder bei vorzunehmenden Reparaturen, ist gewöhnlich noch ein zweites Thor *q* in der dem Stiche gegenüberliegenden langen Seitenwand des Ofens, selten aber das dritte, *s*, angebracht. Uebrigens ist möglichste Kleinheit der Schür- und Arbeitsöffnungen ein Haupterforderniß zur Vermeidung überschüssigen Luftzutritts ins Innere des Ofens.

Seitenthor.

Ein im Fuchse angebrachter Schieber *r*, eine am Eingange des Aschenfalls befindliche Thüre, so wie eine Essenklappe, durch welche die obere Essenmündung mehr oder weniger geschlossen werden kann, ist zur Regulirung des Zuges und zur beliebigen Hervorbringung des möglichst hohen Wärmeeffects von nicht geringem Vortheil.

Damit die sehr langen Gezähe einen Stützpunkt bei ihrem Gebrauche finden und so die Arbeit damit erleichtert wird, befindet sich vor der Arbeitsöffnung *g* ein horizontal liegendes Eisen *t*, welches öfters wegen des leichteren Hin- und Hergleitens der Gezähe mit Graphit oder mit Schmiere bestrichen werden muß.

Auf dem dritten Theile der Länge von der Feuerbrücke nach dem Fuchse hin ist in dem Gewölbe des Ofens eine Oeffnung zum Aufgeben des gerösteten Steines *u*, über welcher ein die

Masse aufnehmender Trichter von Eisenblech, wie sich aus der Zeichnung Fig. 7 ergiebt, aufgehängt ist.

Endlich findet man auf der Zeichnung noch zwei nach der Mitte des Schmelzheerdes hin convergirende Luftzuführungscanäle *v*, die man aber nur zu besonderen Zwecken zu öffnen nöthig hat.

Von allen Manipulationen ist eine der wichtigsten, das Heerdeinschmelzen gerade sehr wenig bekannt, und ich sehe mich daher genöthigt, darüber, vorzüglich aber über die Anwendung einer künstlichen Masse, mich zu verbreiten. b. Manipulation.

Die zum Heerd bestimmte, höchst fein gesiebte und innig gemengte Masse, welche eine solche Eigenschaft besitzen muß, daß sie bei der stärksten Glühhitze für sich nicht ein Schmelzen, sondern nur eine starke Frittung, Abrundung und festen Zusammenhang der einzelnen Theilchen gestattet, wird nach und nach auf den bis in die höchste Weißglühhitze versetzten Ziegelheerd gebracht, daselbst gut unter fortwährender Beibehaltung einer sehr hohen Rothglühhitze durchkrählt, bis eine Lage von 8 bis 9 Zoll oder 40 Ctr. solcher Masse in dem Ofen sich befindet, bis ferner das von Feuchtigkeit und sich entwickelnden Gasen herrührende Pulvern nicht mehr zu bemerken ist und das Ganze eine sehr starke Rothglühhitze angenommen hat; hierauf beginnt man bei gut unterhaltenem Feuer das Glattstreichen, Zusammenklopfen und Formen des Heerdes mittelst langer Löffel (Austhonlöffel) und zieht dabei die überschüssige Masse durch die Arbeitsöffnung heraus. Hat der Heerd beim Stichloche 6 Zoll Tiefe und die verlangte Form, d. h. eine allmählige Verflächung von der Arbeitsthür (Schlackenthür) nach dem Stichloche hin und ein muldenförmiges Abfallen von der Feuerbrücke weg ebendahin erhalten, so daß der geschmolzene Stein so viel als möglich Oberfläche der Schlacke darbieten und dennoch beim Schlackenziehen auf dem Heerde sich zurückhalten muß, und bringt ein flüchtiger Schlag mit dem Löffel keine merkliche Vertiefung mehr hervor, so rundet man die Kanten bei dem Stichloche mit einem hölzernen Heerdschmelzen.

Bäumel gut ab, ſetzt in das Stichloch ſelbſt in der Entfernung eines reichlichen Fußes vom Heerde zwei feuerfeſte Ziegel, ſo daß die im Stichloche befindliche Bodenmaſſe ebenfalls zum Fritten kommt, verſtreicht die Ziegel gut mit Maſſe oder mit Lehm, wirft, um alle Abkühlung zu vermeiden, hinter dieſelben noch ganz trockenen Sand, den man durch in Lehm eingeſetzte ordinäre Ziegel zuſammenhält. Hierauf verſtärkt man bei feſt verſchloſſenen und gut mit Lehm verklebten Arbeitsthüren und Füllöffnung das Feuer allmählig bis zur Erzeugung der höchſten Schmelzhitze, in der der Ofen 5 bis 6 Stunden lang erhalten wird; alsdann läßt man die Hitze gradatim, jedoch immer bei einem mit klaren Steinkohlen gut bedeckten Roſte und ſorgfältig zugeworfenen Schürloche, innerhalb 3 bis 4 Stunden ſinken, ſchreitet dann zum Oeffnen des Arbeits- und Seitenthors, durch welche man die oft in nicht unbedeutender Menge, vorzüglich in der Nähe der Feuerbrücke, vom Gewölbe herab gefallenen und halbangeſchmolzenen Ziegelſtücken von dem mit glatter Oberfläche erſcheinenden Heerde vorſichtig entfernt, verſtopft das Stichloch nun mit Lehm und ſetzt endlich einen 25 bis 30 Ctr. ſtarken Satz von Schlacken von hoher Silicirungsſtufe zum Schutze des Heerdes zum Theil durch das Seitenthor *q*, den übrigen Theil aber durch die Aufgebeöffnung *u* im Gewölbe ein. Nach 4 bis 5 Stunden, während welcher Zeit eine ſehr ſtarke Schmelzhitze unterhalten worden iſt, zieht man die vollkommen lauteren Schlacken, den letzteren Theil aber ſticht man ab und geht nun zum Austhonen über, d. h. man bringt mittelſt eines heißgemachten Löffels dieſelbe, aus 2 Theilen Quarz und 1 Theil Thon beſtehende Maſſe, wie ſie zum Ausſtampfen des Feuerungs-, Schmelz- und Eſſenraumes benutzt worden war, im halbfeuchten Zuſtande an die Seitenwände und Feuerbrücke des Ofens und drückt ſie daſelbſt feſt zuſammen. Hierauf kann nun entweder noch ein Schlackenſatz folgen, wenn der Heerd noch nicht glatt genug iſt, oder ſogleich ein Steinſatz.

Wie man aus der ganzen Manipulation erſieht, muß man beim

Heerdschmelzen sehr vorsichtig verfahren, keine Spur von Feuchtigkeit in dem Ofen lassen und alle plötzliche Abkühlung und Stöße auf's Sorgfältigste vermeiden, weil der Heerd oder Boden im Anfange nur eine papierdünne geschmolzene Oberfläche besitzt und daher sehr leicht Sprünge, vorzüglich vom Stichloche weg nach der gegenüberliegenden Seitenwand bekommt, worauf man sich genöthigt sehen würde, den Heerd auszubrechen und die ganze Manipulation zu wiederholen.

Satzführung.

Gewöhnlich besteht ein Steinsatz, der jedesmal während des Schmelzens des vorhergehenden in dem Trichter aufbewahrt wird, nur aus 20 Ctrn. mit 4 bis 6 Feuern zugebranntem Stein und 2 bis 6 Ctrn. reichen Kupferschlacken (z. B. Garschlacken, Schwarzkupferschlacken ꝛc.), so wie aus 2 bis 4 % Quarz oder quarzigen Kupfererzen oder vorzüglich gern aus den bei der Reparatur des Ofens ausgebrochenen, mit Kupfer sehr angereicherten Heerdstücken. Oft sieht man sich aber genöthigt, wenn ein reiner Ofengang nicht erzielt werden kann, noch 1 bis 3 % rohen, möglichst reinen und an Kupfer reichen Stein oder ungeröstete, reine, kupferreiche und quarzige Erze aus weiter unten näher entwickelten Gründen zuzuschlagen. Ebenso findet man auch bei Weglassung von Quarz oder quarzreichen Kupfererzen gleiche Theile Rohschlacken, die mit dem Steine sogleich gemengt aufgegeben werden, angewendet. Ein Zusatz von Flußspath oder gar Kalk muß aber streng vermieden werden.

Nachdem der Stein auf den möglichst immer rein zu haltenden Heerd durch die Oeffnung im Gewölbe herunter gelassen worden ist, wird er durch eine eiserne Krücke von der Arbeitsthür aus über den ganzen Heerd ausgebreitet; an den Seitenwänden, vorzüglich aber an der Feuerbrücke trägt man den Satz stärker auf, nicht nur um diese Theile vor dem Auswaschen der Schlacke zu schützen, was man auch durch das Hinbringen von quarzreichen Substanzen an diese Stellen zu thun pflegt, sondern auch um die Schmelzmasse der auf dem Heerde natürlich nicht gleichförmigen Intensität der Hitze angemessen zu vertheilen und daher die Schmelzung zu beschleuni-

gen. Hierauf wird eine am sicherſten nach dem Gange des vorhergehenden Schmelzens ſich richtende Quantität genannter Schlacken in faustgroßen Stücken durch die Arbeitsöffnung auf den ausgebreiteten Satz geworfen und ſo viel als möglich der Schmelzmaſſe und der an Ort und Stelle hervorzubringenden Hitze proportional vertheilt; alsdann die Arbeitsthür gut geſchloſſen, wozu die Thür auf eine Lehmwulſt aufgeſetzt und mit Sand zugeworfen wird, und anhaltend die ſtärkſte Schmelzhitze gegeben, da ein raſches Einſchmelzen die Hauptbedingung iſt. Alle halbe Stunden muß man wenigſtens den Roſt räumen und alle Stunden neue Kohlen aufgeben, nachdem man mit einem Bohrer das auf dem Roſte liegende Brennmaterial ſoviel als möglich aufgebrochen und aufgelockert hat. Die größten Stücken Steinkohle wirft man gewöhnlich zuerſt hinein und läßt darauf die kleineren folgen; mit den klarſten Stückchen wirft man die Schüröffnung zu, kann aber mit Vortheil dazu auch die durch die Setzarbeit gewonnenen Cinders benutzen.

Führung des Schmelzens.

Zur möglichſt vollkommenen Verbrennung der beim Aufſchütten von friſchen Steinkohlen im Uebermaß entſtehenden Gaſe läßt man durch einen im oberſten Theile des Schürloches offen gelaſſenen Schlitz die nöthige Luft anfangs eintreten, wirft aber ſpäter auch das Schürloch ganz zu. Nach Verlauf von 4 bis 5 Stunden wird, um die mechaniſche Abſonderung des Steins von der Schlacke zu befördern und um zu fühlen, ob ſich der Boden rein hält, die ganze flüſſige Maſſe ſtark durchgekrückt, zugleich aber auch die etwa nur erſt halbgeſchmolzenen, gumſigen Schlacken- und Steintheile vom Boden und von den Seiten vorſichtig getrennt und in die geſchmolzene Maſſe hineingezogen, und hierauf wird wieder ſtark gefeuert; befindet ſich aber Alles während des Durchkrückens in vollkommen geſchmolzenem Zuſtande, ſo wartet man noch eine kurze Zeit, damit der aufgerührte Stein ſich wieder ſetzen kann, und fängt dann an, die oben aufſchwimmende Schlacke mit einer eiſernen Krücke aus dem Arbeitsthore (Schlackenthore) in die davor auf der Hüttenſohle vorgerichteten Sandformen zu ziehen. Sobald ſie erkaltet ſind, bringt

man sie aus der Hütte, zerschlägt sie und giebt die Stücken, welche noch Stein mechanisch eingemengt enthalten, derselben Arbeit zurück, die reineren aber, welche ein krystallinisches Gefüge haben müssen, verwendet man zum Rohschmelzen.

Schlacken.

Die Beschaffenheit der Schlacke (meistens $\dot{R}^2\ddot{S}i^3$) ist von der größten Wichtigkeit; ist sie zu dünn, so vermengt sich leicht während des Schlackenziehens ein Theil des Steins mit ihr und auf dem Heerde findet sich dann meistens, vorzüglich bei einem sehr zinkreichen Steine, noch eine gumsige, nicht rein ausgeschmolzene Masse, wogegen bei einer zu zähen Beschaffenheit die Separation aus ihr unvollkommen erfolgt. Vorzüglich gern sieht man es, wenn bei der gehörigen Geschicklichkeit des Arbeiters die Schlacke in einem breiten, gleichförmigen und moosartig gezeichneten Streifen an der Schlackenplatte herunterläuft; ebenso deutet das Blasenwerfen der Schlacke im Ofen sogleich nach dem Oeffnen des Schlackenthors meist auf eine vollkommen erreichte Hitze und auf einen guten saigeren Gang, den man aus denselben Gründen, wie bei Anwendung von erwärmter Gebläseluft, zur Erlangung einer reinen Arbeit möglichst zu erzielen sich bemühen muß; dagegen weist eine pfockige, dicke und leicht erstarrende Schlacke auf einen zu frischen Ofengang hin und verlangt noch mehr kieselerdereiche Zuschläge oder einen Zusatz von rohem Stein.

Die zuletzt gezogenen Schlacken sind gewöhnlich reicher; man leitet sie daher in die zur rechten Seite angebrachten zwei Betten und giebt nach erfolgter Untersuchung und Ausscheidung der Schlacken die unreinsten derselben Arbeit zurück.

Schlacken-ziehen.

Vom Steine unterscheidet sich die Schlacke sehr leicht, theils durch das lichtere und blendendere Ansehen, theils durch das Verhalten der Schlacke zum Steine selbst, indem dieselbe, sobald ihre Schicht auf dem Steine nur noch sehr gering ist, bei einem leichten Zurückschieben mit der Krücke, also bei einem theilweisen Bloßlegen des Steins sogleich wie Oel auf dem Wasser auf dem mit dunkelblaugrauer Farbe hervortretenden Steine wieder zusammenfährt.

Man kann daher genau beurtheilen, wie tief man die Krücke während des Schlackenziehens nur noch eintauchen darf. Außerdem hört man auch ſogleich mit dem Schlackenziehen auf oder führt wenigſtens die Krücke flüchtiger und weniger tief, ſobald an der Schlackenplatte in den herausgezogenen Schlacken ſich Steinkörnchen zeigen, die ſich an dem Aufglühen und der ſofort eintretenden traubenförmigen Abröſtung erkennen laſſen.

Haltung des Heerdes.

Das Wichtigſte aber vom ganzen Flammenofenproceſſe iſt die Haltung des Heerdes. Wie der Schachtofenſchmelzer in Bezug auf die Führung des Ofens ſich lediglich nach der Naſe richtet, ſo dient dem Flammenofenſchmelzer die Beſchaffenheit des Heerdes als alleinige Richtſchnur, wenn er nicht in die Gefahr laufen will, daß die Schmelzmaſſe ihm durch den Boden geht oder die größten Unregelmäßigkeiten und Ungleichförmigkeiten in der Schmelzzeit eintreten. Da ich es mir einmal zum Ziele geſetzt habe, die tiefſten Geheimniſſe des Flammenofenproceſſes hiermit aufzudecken, ſo muß ich, wenn es auch für den, welcher noch nicht in einem Flammenofen praktiſch gearbeitet hat, weniger verſtändlich ſein ſollte, doch wenigſtens darauf aufmerkſam machen, daß ein ganz reiner Heerd ſich mit der Krücke durch die geſchmolzene Maſſe hindurch ſandig anfühlt, d. h. daß das Gefühl gerade ſo iſt, wie wenn man auf einer glatten Sandſteinfläche hinfährt, alſo die einzelnen Sandkörnchen mit dem Gefühle wahrnimmt. Wollte man den Heerd immer ſo rein halten, ſo würde man ſtets in der Gefahr ſchweben, daß er durchginge, da dann ein um nur $\frac{1}{8}$ Stunde zu langes Schmelzen ihn leicht durchſchmelzen kann. Man muß daher den Heerd dadurch zu ſchützen ſuchen, daß man das Schmelzgut nicht ganz vollſtändig im wahren Sinne des Wortes aufſchmilzt, ſondern den Satz als gut geſchmolzen betrachtet, wenn unmittelbar auf dem Heerde eine ſchlierige, ſchleimige, dünne Maſſe zu fühlen, jedoch der Heerd immer noch mit ſeinen Quarzkörnchen wahrzunehmen iſt. Bei den Heerd ſehr angreifenden Producten, z. B. bei bleihaltigen Producten, ſieht man ſich jedoch genöthigt, noch weiter zu gehen und einen neuen Satz

schon hineinzubringen, sobald die Schmelzmasse zwar lauter ist, aber unmittelbar auf dem Heerde sich das geschmolzene Product mußig, breiig fühlen läßt, so daß man dann den Schmelzgang so führt, daß es sich sogleich auf dem Heerde auflegen würde, wenn man nur ¼ Stunde an der Schmelzzeit eines Satzes abbrechen wollte. Hat man daher einmal einen zu hitzigen, d. h. einen ganz reinen Heerd erhalten, so daß man in Bezug auf seine Haltbarkeit in Gefahr kommt, so thut man wohl, sogleich an Schmelzzeit abzubrechen, und man kann wohl 3 bis 4 Tage damit ausreichen, bevor ein Auflegen bemerkbar wird. Sobald man dies wahrnimmt, arbeitet man sogleich eine Stunde länger und unterstützt das Aufschmelzen des Aufgelegten (der Bühne) durch starkes Krücken. Thut man dies nicht, so kühlt sich der Schmelzheerd immer mehr und mehr ab, es legt sich alsdann immer stärker und stärker auf und zuletzt muß man die Sätze noch einmal so lange gehen lassen, als bei einem nur mit einem dünnen Schleime überzogenen Heerde. Man sieht also, daß es in Bezug auf die Förderung schädlich ist, auf die Abkühlung des Heerdes bei Erbauung des Ofens Rücksicht zu nehmen, daß es vielmehr der Schmelzer verstehen muß, seinen Heerd zu schützen und doch eine sehr gute Förderung zu haben.

Von dieser Art Auflegen zum Schutze des Heerdes ist aber das Auflegen oder **Bühnen** in Folge eines zu frischen Ganges zu unterscheiden, und man erkennt diesen Uebelstand außer an der sehr schwer aus dem Ofen zu ziehenden Schlacke sogleich dadurch, daß die Krücke wie auf einem Eisspiegel auf dem Aufgelegten hinfährt, und alsdann ist man genöthigt, kiesige Erze zuzuschlagen, wodurch die Bühne bald aufgezehrt wird und man überhaupt viel schneller zum Ziele gelangt, als durch Quarzzuschläge. Bühnen.

Nach Entfernung des größten Theiles der Schlacken wird ein zweiter Satz, der schon während des Schmelzens des ersten Satzes sich im Trichter befunden hatte, in den Ofen zum Theil eingelassen, ohne daß der flüssige Stein vorher abgestochen wird. Dadurch hebt sich die im Heerde noch befindliche Schlacke weiter in die Höhe und Weiteres Aufgeben.

kann noch bequem entfernt werden, bis die Oberfläche des geſchmolzenen Steines zum Vorſchein kommt. Hierauf läßt man den ganzen Satz in den Ofen, wobei jedoch, ſobald der Stein Feuchtigkeit enthält, Vorſicht vor den alsdann leicht entſtehenden Exploſionen anzurathen iſt. Die Ausbreitung des Erzes und Vertheilung der Schlacken geſchieht ebenſo wie beim erſten Satze, und man ſetzt auch die Schmelzung auf dieſelbe Weiſe fort. Gewöhnlich verſchmilzt man drei Sätze nach einander, bevor man zum Abſtechen des Steines ſchreitet, ſo daß alsdann beim Oeffnen der Arbeitsthür und nach Entfernung der unter dieſelbe des beſſeren Verſchluſſes wegen gelegten Lehmwulſt die meiſte Schlacke ſchon von ſelbſt abläuft.

Abſtechen. Der Stein wird bei der größten Weißglühhitze des Ofens entweder in Sandformen abgeſtochen und in Scheiben geriſſen, oder in einen in einer Waſſercisterne befindlichen, mit einer einfachen Krahnvorrichtung verſehenen Kaſten mittelſt einer gußeiſernen Rinne geleitet. Alsdann muß aber das Stichloch möglichſt klein gemacht werden; jedoch iſt ein beſonderes Zerreißen des flüſſigen Metalls nicht nöthig; auch findet kein conſtanter Waſſerzufluß und Abfluß ſtatt, ſondern nur von Zeit zu Zeit erfolgt, um Exploſionen zu vermeiden, ein Zulaſſen von friſchem Waſſer. Die Granalien fallen jedoch wegen der geringeren Dünnflüſſigkeit eines kupferreichen Steins nicht ſo klein aus, als bei einem kupferärmeren und unreineren Steine.

Ein vollkommenes Abzapfen des Steines geſchieht nur, wenn der Proceß unterbrochen wird. In der Regel verſtopft man ſchon vor dem gänzlichen Ablaufen das Stichloch mit einem Lehm- oder Thonbatzen, weil durch die im Heerde zurückbleibende zwar ſehr geringe Quantität heißen, flüſſigen Steins das Schmelzen des nächſtfolgenden Satzes doch ſehr befördert wird, indem der Heerd weniger leicht durch den kalten Satz abgekühlt werden kann.

Manipulation bei einem unreinen Steine. Bei ſehr unreinem, vorzüglich ſehr zinkreichem Steine zieht man die Schlacke nicht bis auf den Stein vollkommen ab, ſondern ſticht den Stein lieber mit der letzten Schlacke in

Sandformen, die in einer Reihenfolge, wie die Schlackenbetten, nebeneinander liegen, ab. Die erste Form füllt sich dann mit Stein an, während die folgenden in zunehmendem Verhältnisse mehr Schlacken und nur Steinkönige enthalten. Diese Schlacke, so wie die erste Steinscheibe vom ersten Bette muß man aber derselben Arbeit zurückgeben.

Stein.

Der Stein, welcher sich erst nach und nach in Folge der längeren Berührung mit der an Kupferoxydul reichen Schlacke anzureichern pflegt, während er in den ersten Stunden des Schmelzens noch sehr viel Eisen und Schwefel enthält, muß ein dichtes, gleichförmiges, feinsplitteriges und glänzendes Ansehen und eine ins Graulichweiße spielende schwarze Farbe besitzen, in welchem Falle er einen Kupfergehalt von 60%, ja auch 70% erreicht; dagegen zeigt ausgeschiedenes feines haarförmiges Kupfer noch nicht den höchsten Gehalt an, wie wir weiter unten sehen werden. Bei einem Gehalte von 40% hat der Stein mehr einen körnigen Bruch und eine ins Bronceroth übergehende grauschwarze Farbe.

Ist der Ofen an den Seitenwänden und an der Feuerbrücke von der Schlacke sehr angegriffen worden, so unternimmt man jedesmal nach dem Stechen das Austhonen.

In 24 Stunden können 4 bis 5 Schmelzungen dieser Art, incl. des Zeitverlustes beim Einsetzen, Schlackenziehen und Abstechen erfolgen.

Entbleiung.

Kupfersteine von einem verhältnißmäßig sehr hohen Bleigehalte muß man vor dem Spuren so viel als möglich zu entbleien suchen; denn das Blei verursacht nicht nur leicht ein Durchgraben des Schmelzheerdes, zieht nicht nur den Kupfergehalt des Steines sehr bedeutend herab, sondern es scheint auch bei der sehr hohen Temperatur eines Flammenofens in Folge seiner Verflüchtigung die des Kupfers sehr wesentlich zu befördern, ebenso wie es Thatsache ist, daß bei einer sehr hohen Temperatur das verdampfende Blei das viel schwieriger als Kupfer sich oxydirende Silber mit fortführen kann, vorzüglich sobald das Silber nicht mit Kohlen bedeckt gehal-

ten wird. Wollte man nun dieſe Entbleiung durch ein ſtärkeres Zubrennen des den Kupferſtein liefernden Products (z. B. Bleiſteins) erzielen, ſo würde man nicht nur bedeutende Blei- und damit eng zuſammenhängende Silberverluſte, ſondern auch einen ſchmierigen, unreinen Ofengang herbeiführen. Deshalb muß man nach der am Harze gebräuchlichen Methode operiren, ſo daß man zu dem bei der Schlicharbeit fallenden Stein nach ſeinem Zubrennen außer den gewöhnlichen Vorſchlägen noch einen Centner Eiſen, oder, jedoch weniger gern, drei Centner Kalk zuſchlägt und hierdurch nicht nur eine vollſtändigere Entbleiung und Entſilberung des Steins, ſondern auch eine bedeutende Verminderung des Bleiverbrandes und des Kupfergehaltes im Werkbleie, ſo wie einen vortheilhaften Ofengang erlangt. Daher iſt auch unter ſolchen Umſtänden ein Eiſenzuſchlag zur Kupferſteinarbeit, weniger aber zu der Spurarbeit ſelbſt, von Vortheil, nur muß man dann die Sohle des zur Kupferſteinarbeit beſtimmten Schachtofens mit einer Maſſe von zwei Theilen Quarz und einem Theil feuerfeſten Thon oder auch mit einem innigen Gemenge von neun Theilen ſehr feingeſiebtem Quarz und einem Theil ebenſo vorbereiteter Rohſchlacke, anſtatt aus ſchwerem Geſtübe (2 Theilen Lehm und 1 Theil Holzkohlenlöſche), das ſich in Folge des Eiſenzuſchlages zu heben und untergraben zu werden pflegt, herſtellen.

Kalkzuſchlag anſtatt des Eiſenzuſchlags iſt nicht ſehr zu empfehlen, nicht allein weil man, um daſſelbe Reſultat zu erzielen, dreimal mehr bedarf und ein verhältnißmäßig viel größeres Haufwerk zu verſchmelzen hat, ſondern auch weil der Kalk, wie alle alkaliſchen Erden, in Berührung mit Coaks bei der Zerſetzung der ſchwefelſauren Metalloxyde und der Schwefelmetalle zur Bildung von Schwefelkupfercalcium unter Ausſcheidung von Kupfer Veranlaſſung giebt und dieſes, in der Schlacke einmal aufgelöſt, ſchwer wieder zerſetzt wird, vorzüglich bei einem friſchen Ofengange. Auch wird durch den Kalk die Wirkung der Kieſelerde und ſomit auch die Bildung des das Schwefelkupfer leichtzerſetzenden Kupferoxydulſilicates oder eines anderen oxydirend wirkenden Eiſenoxydſilicates aufgehoben.

Ferner muß man beim Spuren bleiischer Kupfersteine die Vorsicht besonders beobachten, daß man unmittelbar auf den Heerd längs der Seitenwände und an die Feuerbrücke Ofengeschur und quarzreiche Schmelzmassen, darauf den zugebrannten Stein und erst hierauf die Schlacken, möglichst Kupferraffinatschlacken, bringt und so die Steinstücke nicht dem sehr starken Feuer aussetzt, sondern sogleich durch eine Schlackendecke vor dem höchst nachtheiligen Einflusse der sehr hohen Temperatur schützt. Eine Lage von Waschkohle unmittelbar auf den Stein zu schütten, möchte aus Analogie mit dem obenerwähnten Beispiele vom bleihaltigen Silber zur sofortigen Reduction des etwa entstehenden Kupferoxyds und dennoch zur Begünstigung der Verflüchtigung des Bleies auch von nicht geringem Vortheil sein.

c) Theorie des Spurprocesses.

Wenn man vom theoretischen Gesichtspunkte aus das Spuren im Flammenofen betrachtet, so findet man, daß im Allgemeinen der Schwefel bei dieser Arbeit eine Hauptrolle spielt, indem er nicht nur zur Reduction der Oxyde dient, wobei er sich als schweflige Säure verflüchtigt, sondern sich auch mit dem schon metallisch ausgeschiedenen Kupfer wieder verbindet, ja sogar als Beschützer des Kupfers vor Verschlackung und als Verbesserer des unreinen Kupfers auftritt. Nicht minder wichtig ist aber auch die chemische Einwirkung der durch's Rösten gebildeten Oxyde und Salze, sowohl auf einander, als auch auf die unzersetzt gebliebenen Schwefelmetalle. Von allen Salzen zersetzt sich der beim Zubrennen in nicht unbedeutenden Mengen gebildete Eisenvitriol zuerst und es bildet sich Eisenoxyd, sich verflüchtigende schweflige Säure und Schwefelsäure. Steigert sich die Temperatur bis zum starken Rothglühen, so entweicht aus dem basisch schwefelsauren Eisenoxyde und dem in großen Mengen ebenfalls durch die Röstung gebildeten Kupfervitriol die Schwefelsäure, theils als wasserfreie Schwefelsäure, theils in Gestalt von schwefligsaurem Gas und Sauerstoffgas. Auf die unzersetzt gebliebenen Schwefelmetalle findet also hierbei noch keine chemische Wirkung statt, wohl aber zersetzen sich bei noch höherer Temperatur Eisenoxyd mit Schwefeleisen zu sich verschlackendem Eisenoxydul und

ſchwefliger Säure, und bei einer noch mehr geſteigerten Hitze das Kupferoxyd in Folge ſeiner Einwirkung auf das noch im Ueberſchuſſe vorhandene Schwefeleiſen und Schwefelkupfer unter Bildung von den verſchiedenen Eiſenoxyden und ſchwefliger Säure in metalliſches Kupfer, das ſogleich von dem auf dem Heerde ſich anſammelnden Steine von anfänglich großem Schwefelüberſchuſſe aufgelöſt wird. Selbſt die Oxyde für ſich können noch oxydirend ſogar auf metalliſches Kupfer einwirken, denn Kupfer mit Eiſenoxyd geglüht, oxydirt ſich auf Koſten des Eiſenoxyds, und Kupferoxydul nebſt Eiſenoxydoxydul wird gebildet. Daraus, daß das Schwefeleiſen ſeinen Schwefel an das Kupfer des Kupferoxyds abgiebt, geht auch hervor, daß, ſo lange Schwefeleiſen in einer gut geſchmolzenen Maſſe enthalten iſt, kein oxydirtes Kupfer vorhanden ſein kann, zugleich aber auch, daß ein Zuſatz von rohem Stein oder kieſigem Erze nicht nur das Kupfer vor Verſchlackung ſchützen und zur Anſammlung der Steintheilchen dienen, ſondern auch das in Folge eines zu friſchen Ganges entſtehende Bühnen gänzlich verhindern muß, indem die alsdann in der Schmelzmaſſe zu ſehr vorwaltenden Metalloxyde, vorzüglich Eiſenoxyd, zum größten Theile in Schwefelmetalle umgewandelt werden.

Hat der Ofen die höchſte Schmelzhitze erreicht, d. h. nach drei bis vier Stunden, ſo tritt die Wirkung der Kieſelerde ein; ſie verbindet ſich direct nicht nur mit dem Eiſenoxydul und den Erden, ſondern auch mit dem Kupferoxydul, und dieſe an Kupferoxydul reiche Schlacke wird in Berührung mit dem anfangs an Schwefeleiſen ſehr reichen Steine einen gegenſeitigen Austauſch des Sauerſtoffs und des Schwefels verurſachen, ſo daß Eiſenoxydulſilicat und Schwefelkupfer gebildet, alſo das Kupfer der Schlacke entzogen und dem Steine zugeführt wird. Dazu kommt noch, daß der Stein während des Schmelzens in höchſt feinen Perlchen die Schlacke durchdringt und ſo in eine ſehr innige Berührung mit dem Kupferoxydul der Schlacke tritt. Daraus erſieht man denn auch, daß der Schmelzheerd ſo flach wie möglich gelegt werden muß, da-

mit eine um so größere Oberfläche von Stein der Einwirkung der Schlacke ausgesetzt ist. Außer diesem Kupferoxydulsilicat spielt wahrscheinlich auch eine chemische Verbindung von Eisenoxydulsilicat mit Schwefeleisen = Sulfosilicat des Eisens, die vorzüglich bei einem Kohlenzuschlage entsteht, eine wichtige Rolle, indem dieses Schwefeleisen durch den Sauerstoff des Kupferoxyds ebenfalls in schweflige Säure und Eisenoxydul zerlegt und metallisches Kupfer, welches sich sogleich von der Schlacke trennt und in dem Steine sich auflöst, erzeugt wird.

Das Ausblühen des Kupfers, wovon oben Erwähnung gethan worden ist, erfolgt erst nach dem Abstechen zu einer Zeit, wo der Spurstein bis zu der Temperatur sich abkühlt, bei welcher flüssiges Kupfer zu erstarren anfängt und mag vorzüglich seinen Grund darin haben, daß auf der Oberfläche des Steins, sobald er von der Schlacke entblößt im Heerde steht, Kupferoxydul erzeugt wird, welches sich beim Abstechen mit dem Steine innig mengt und auf das in dem Steine außer Unterschwefeleisen ($\dot{F}e$) noch enthaltene, sich sehr leicht zersetzende Einfachschwefeleisen ($\dot{F}e$) unter Entwickelung von schwefliger Säure und unter Ausscheidung von metallischem Kupfer einwirkt; das so frei gewordene Kupfer kann aber nicht wie im Ofen, sich wiederum auf Kosten des Schwefels und des Schwefeleisens zu Schwefelkupfer verwandeln, da die Temperatur zur Einleitung dieser gegenseitigen chemischen Zersetzung nicht mehr hoch genug ist, sondern muß analog dem Silber, wenn man seine Verbindung mit Schwefel dem Einflusse des Wasserstoffgases aussetzt und es somit frei wird, in molecularähnlichen Fäden gleichsam aus dem Steine herauswachsen. Höchst wahrscheinlich nimmt auch der Stein, während er die Luft beim Abstechen in die Sandbetten durchfällt, wie jede andere die Luft durchschneidende Flüssigkeit Luft in sich auf, die sich dann in dem erstarrenden Stein verhalten, darin sich zersetzen und dabei nicht nur in Folge ihres steten Feuchtigkeitszustandes Schwefelwasserstoff, metallisches Kupfer und etwas schweflige Säure

Ausblühen des Kupfers.

(ſo wie auch beim Erhitzen des Schwefelſilbers unter Zuſtrömen von Waſſerdämpfen metalliſches Silber und Schwefelwaſſerſtoffgas erzeugt wird), ſondern ebenfalls auch das das Schwefeleiſen zerſetzende Kupferoxydul bilden muß; davon mag auch das Vorkommen des metalliſchen ausgeblühten Kupfers in oft ziemlich großen hohlen Räumen zum Theil herrühren, zum andern Theil aber von der gasförmigen Entwickelung von ſchwefliger Säure bei der Entſtehung dieſer Art von Kupfer. Somit erklärt es ſich auch, daß man in dem Weißmetall, welches um Vieles reicher an Kupfer als der Stein iſt, der ausgeblühtes Kupfer in ſeinem Innern zeigt, nie dergleichen findet, weil daſſelbe kein Einfachſchwefeleiſen, ſondern nur Unterſchwefeleiſen enthält; ebenſowenig kann bei einem an Kupfer armen Steine ein Kupferausblühen eintreten, weil nur das Unterſchwefelkupfer ($\dot{C}u$) ein Ausblühen geſtatten kann, in dieſem Steine aber das Kupfer zum Theil höher geſchwefelt auftritt und, weil ſich überhaupt durch den Einfluß der Luft auf dieſen Stein in Folge des zu geringen Gehalts an Kupfer und des zu ſehr vorherrſchenden und ſich ſehr leicht oxydirenden Einfachſchwefeleiſens Kupferoxydul nicht bilden kann. Unerwähnt kann ich aber auch nicht die Thatſache laſſen, daß, wenn man noch nicht ganz mit Schwefel geſättigtes Kupfer erhitzt und dann unter Zutritt der Luft erkalten läßt, Kupferfäden herausſchießen, eine Erſcheinung, die auch das dem Unterſchwefelkupfer iſomorphe Schwefelſilber, wenn es nicht ganz mit Schwefel geſättigt und bis zu einer wenig über der Siedehitze des Schwefels liegenden Temperatur erhitzt worden iſt, während des Erkaltens zeigt, ſo daß es ſich wohl denken läßt, daß bei einer hohen Temperatur eine niedrigere Schwefelverbindung des Kupfers und des Eiſens beſtehen kann, als bei dem Erkalten, daß folglich das Schwefeleiſen, als zuerſt erſtarrend, einen Theil des zu ſeinem geſättigten Zuſtande nöthigen Schwefels dem noch flüſſigen Unterſchwefelkupfer raubt und dieſes beim Erkalten das überſchüſſige Kupfer ausblühen läßt.

Vorzüglich findet man das ausgeblühte Kupfer in dem ſogenannten Blauſteine, einem von ſeinem bläulichgrauen Ausſehen

ſo genannten und bis 57% Kupfer haltenden Steine. Dieſer Blauſtein entſteht gewöhnlich, wenn man den geröſteten Kupferſtein noch mit ſehr reinem Kupferkies, welcher, wenn er in großen Mengen angewendet wird, ſogar todtgeröſtet ſein kann, beſchickt. Nicht ſelten wird dieſer Stein, ſo wie aller viel Blei haltende Stein, ehe er zur Extraction gelangt, noch einem beſonderen Proceß, dem ſogenannten Roaſten, ausgeſetzt, weshalb ich mich genöthigt ſehe, noch einige Bemerkungen beizufügen.

d) Roaſten.

Das ausgeblühte Kupfer äußert zwar gar keinen nachtheiligen Einfluß auf den Extractionsproceß, es könnte ſomit der Blauſtein ſogleich demſelben unterworfen werden, wenn es nicht von Vortheil wäre, den möglichſt größten Kupfergehalt in dem zu extrahirenden Producte zu erzielen, und dies wird dadurch vollkommen erreicht, daß man denſelben bei nach und nach geſteigerter Hitze unter Zutritt von atmoſphäriſcher Luft langſam einſchmilzt, ſomit das Schwefeleiſen, Schwefelblei und einen großen Theil des Schwefelkupfers oxydirt, und zuletzt das Ganze einer ſtarken Schmelzhitze ausſetzt. Der chemiſche Vorgang erklärt ſich aus dem Vorhergehenden. Es wirkt nämlich hierbei die atmoſphäriſche Luft, der auf der Oberfläche des Blauſteins meiſt ſehr feſt anhängende Sand von den Sandbetten, in die er abgeſtochen worden war, ſo wie endlich die längs der Seitenwände und der Feuerbrücke hin zum Schutze vor den ſehr friſchen Schlacken ausgeſtreuten Stücke von ausgebrochener Schmelzheerdmaſſe und alten Ziegeln; es wird ſomit das durch die atmoſphäriſche Luft gebildete, aber durch den Schwefel zu Oxydul reducirte Eiſenoxyd und Bleioxyd ſich mit der Kieſelerde zu einer Schlacke vereinigen, das Kupferoxyd und das in der Schlacke aufgelöſte Kupferoxydulſilicat den noch nicht vollkommen zerſetzten Stein unter Entweichung von ſchwefliger Säure bis zu einem Kupfergehalte von 77% gleichſam raffiniren oder roaſten.

Bei dieſer Arbeit hat man vorzüglich zu beobachten, daß man den Stein in großen, einen bis zwei Centner ſchweren Stücken, ſo viel wie möglich in aufrechter Stellung und in einer Entfernung

von 1 bis 1½ Ellen von der Feuerbrücke in den Ofen einſetzt und dabei viele hohle Räume bildet, durch welche die Flamme ſtreichen und eine gleichmäßige Hitze hervorbringen kann. Anfangs läßt man die Luftzuführungscanäle *z*, Fig. 2, ſo weit offen, daß der Schmelzheerd hinreichend abgekühlt, ferner der Stein in einer gleichmäßigen Rothglühhitze erhalten und daß der (die Verbrennung und Verflüchtigung des ſchmelzenden, nicht durch eine Schlackendecke geſchützten Steins ſehr befördernde) Luftzug zum Theil aufgehoben wird; ſollte aber ein zu zeitiges Schmelzen des Steins eintreten, und dies geſchieht ſehr leicht, ſobald viel Blei im Steine enthalten iſt, ſo muß man die Luftzuführungscanäle ganz öffnen und dadurch den Ofen bis zu der gewünſchten Temperatur abkühlen; denn das im Steine vorhandene Unterſchwefelblei iſt ſehr leicht ſchmelzbar, und während es von der Oberfläche der Stücke abtropft und dabei ſich orydirt, ſchwitzt gleichſam immer neues aus den Stücken wieder aus, ſo daß natürlich der Bleigehalt von der Oberfläche bis ins Innere ſich nach und nach ſehr vermindern kann. Ebenſo verhalten ſich die anderen leicht ſchmelzbaren Beſtandtheile des Steins. Meiſtens leitet man den Proceß ſo, daß bei einem fortwährenden Offenhalten der Luftzuführungscanäle das Abtropfen und die Orydation ſchon in den erſteren Stunden eintritt, hierauf aber, d. h. in der fünften oder achten Stunde vom Einſetzen an gerechnet, verſtärkt man das Feuer, läßt jedoch die Luftzuführungscanäle immer noch offen, ſo lange nur noch in Folge der Reaction der Oxyde und Salze des Kupfers auf das Schwefelkupfer ſich ſchweflige Säure entwickelt und in der halbflüſſigen Maſſe eine Art Aufſchäumen zu bemerken iſt; dann verſchließt man auch die Luftzuführungscanäle hermetiſch und ſteigert die Temperatur bis zur Schmelzhitze, unterhält ſie drei bis vier Stunden, während welcher Zeit das ſich bildende Kupferoxydulſilicat noch auf die Schwefelmetalle orydirend wirkt, und ſchreitet endlich zum Abſtechen.

Die Schlacke iſt ſehr friſch, zeigt einen mattglänzenden Bruch, läßt ſich ſchwer zerſchlagen, nähert ſich überhaupt ſehr den Geſteins-

arten, vorzüglich dem Pyroxen, und enthält bisweilen eine so große Menge mikroskopisch eingesprengter Kupferkörnchen, daß, wenn man mit einem Stücke auf dem Bruche des anderen reibt, man sogleich metallisches Kupfer erkennt.

Daß man bei dieser Arbeit leicht bedeutende Verluste zu beklagen haben kann, ist ersichtlich, namentlich wenn eine nicht ganz gleichförmige Temperatur im Ofen erhalten wird; denn das Schmelzgut ist hierbei nur von der sich bildenden, aber sehr dünnen Schlacke vor dem Einflusse der hohen Temperatur geschützt. Kann man daher den Stein vor dem Concentriren vollkommen durch Eisen im Schachtofen entbleien oder die Concentrationsbeschickung so einrichten, daß man eines Kupferkieszuschlags oder des Zuschlags irgend eines anderen Schwefelmetalls nicht oder nur in sehr geringem Maße bedarf, d. h. daß man sogleich einen Kupfergehalt von 60% im Steine zu erzielen im Stande ist, so thut man wohl, den Roastingproceß ganz zu unterlassen.

Zweites Capitel.

Vorbereitung des Kupfersteins.

A. Pochen.

Die bis auf Nuß- auch Faustgröße zerschlagenen Kupfersteinscheiben werden in einem Pochwerke von 4—8 Stempeln unter starker Befeuchtung mit Wasser auf eisernen Pochsohlen gepocht, wobei ein gleichmäßiges und schnelles Unterschuren die Hauptsache ist; das dadurch erhaltene Pochmehl wird auf ein Messingsieb, welches durch die Pochwelle mittelst Ledergurtes mit 1½ bis 2 Zoll Stoß auf und nieder bewegt wird, circa 7° Neigung hat, auf

einem Quadratzoll 1600 Löcher hält und in einem staubdichten Kasten sich befindet, gebracht und so feines Mehl, welches zum Rösten fertig ist, und Schrot, der dem Mahlen übergeben wird, erhalten.

Je nachdem das Pochwerk langsamer oder geschwinder geht, können in einer Stunde 3 Ctr. oder 6 Ctr. (z. B. bei einem mit Dampfkraft in Bewegung gesetzten Pochwerke) verarbeitet und dabei von je drei Ctrn. gewöhnlich nur $^3/_8$ Ctr. Schrot erhalten werden.

B. Mahlen.

Da die Mühlen in ihrer Construction ganz den Getreidemühlen gleichen, kann auch ihre weitere Beschreibung übergangen werden, nur findet man seltener Schüttelbeutel, weil sie weniger gut halten, sondern meistens Messingsiebe, die auf einem Quadratzoll 2550 Löcher haben, oder auch mit dergleichen Stoff überzogene Cylindersiebe angewendet. Vorzüglich sind die letzteren zu empfehlen, nicht nur weil man bei ihrer Anwendung weniger von der Geschicklichkeit und dem guten Willen des Arbeiters abhängig, sondern auch weil ihre Unterhaltung, wenn auch nicht ihre Anschaffung, wohlfeiler ist. Gewöhnlich bildet das Cylindersieb ein mehrflächiges Prisma, welches durch eiserne Quer- und Längenstäbe und Bodenscheiben gebildet wird. Anstatt dieses Gerippe mit einem einzigen Geflechte zu überziehen, thut man wohl, zwei durch unten etwas ausgenommene hölzerne Latten von einander getrennte Siebflächen und zwar die innere aus Messingdrahtgeflecht, die äußere dagegen von Seidengaze herzustellen. Um aber ein Sacken und somit ein Zerreißen der Seidengaze zu vermeiden, umwickelt man das Ganze mit Bindfaden; weniger gern umgiebt man die Gaze mit einem groben Drahtgeflecht, da dieses zu viel Gewicht besitzt und daher namentlich bei den durch eine am Ende der Axe meistens angebrachte Schnecke bewirkten Stößen die ganze Vorrichtung wandelbar machen kann.

Das zu siebende Mühlmehl fällt durch eine, unten mit einem krummgebogenen eisernen Knie versehene Lutte innerhalb dieser um ihre etwas geneigte Längenaxe sich bewegenden Vorrichtung und wird in feines Mehl und Schrot geschieden.

Die Mühlsteine haben $1\frac{1}{2}$ Ellen Durchmesser und 1 Elle Höhe, dienen anfangs als Läufer, später aber, wenn sie bis auf 12 Zoll abgemahlen sind, als Bodensteine und bestehen meistens aus Granit von sehr festem Korne; ein fester, poröser und scharfkantiger Sandstein eignet sich jedoch ebenfalls sehr gut dazu, nur mahlt er sich viel rauher, verursacht somit mehr Reibung und verlangt daher auch eine stärkere Umtriebskraft, als der sich eher glatt mahlende Granitstein. Der Granitstein wird gewöhnlich geschärft, d. h. es werden in die Mahlfläche vier radiale Schrammen von circa $\frac{1}{4}$ Zoll Tiefe eingehauen.

Eiserne Bore, verbunden mit in Talg getränkten Wergwulsten, lassen sich ebenfalls mit Vortheil gegen die von Birkenholz anwenden, nur muß das Mühleisen um so sorgfältiger vorgerichtet, d. h. gut gehärtet und genau centrirt sein; auch scheint es nicht so sehr befestigt werden zu dürfen, wiewohl es immer noch einen hellen Klang beim Anschlagen mit dem Hammer nach seiner Befestigung geben muß.

Uebrigens dient es sehr zur Erleichterung, wenn der Schrot in über den Mühlen stehende Füllkästen gebracht und aus denselben durch einen Leinwandschlauch in den Rumpf laufen gelassen werden kann.

Was die eigentliche Manipulation betrifft, so läßt man das Mehl und den Schrot ziemlich warm gehen, indem man den Bodenstein und den Läufer sehr nahe zusammenstellt und dem Läufer eine Geschwindigkeit von 120 Umdrehungen pro Minute giebt; jedoch darf noch kein Verschmieren der Mühle eintreten, der Schrot nicht zu heiß noch in zu großer Menge fallen, in welchem Falle sich der Stein schon zu glatt gemahlen hat und geschärft werden muß.

Auf zwei Pochwerke von acht Stempeln rechnet man im Gan-

zen vier Mühlen, wovon aber eine nur zur Reſerve dient; ein Müller bedient zwei Gänge und liefert in einer zwölfſtündigen Schicht meiſtens 11 bis 12 Ctr. Mehl.

Obwohl das Mahlen eine rein mechaniſche Sache iſt, ſo übt es doch einen weſentlichen Einfluß auf eine vollſtändige Entſilberung aus, und da es ſehr ſchwierig iſt, die Feinheit der Mehle genau zu unterſuchen, indem nur das Gefühl in dieſem Falle beurtheilen kann, der Müller aber, welcher in Accord ſteht, durch Erzeugung eines gröberen Mehles, vorzüglich bei Anwendung eines Schüttelbeutels, ſein Ziel ſchneller erreichen kann, ſo thut man wohl, dieſe Arbeit auf Tagelohn zu ſtellen.

Um den Verluſten, die durch Verflüchtigung des feinſten Mehles beim Pochen und Mahlen entſtehen, vorzubeugen, bringt man über dieſen Räumen Lutten von Eiſenblech an, die in eine große Kammer im Dachraume führen und zuweilen ſogar mit Ventilatoren in Verbindung ſtehen. In dieſe Kammer darf man aber mit einem bloßen Lichte nicht hineingehen, weil die in der Luft ſchwimmenden Steintheilchen ſich ſehr leicht entzünden und eine Feuersbrunſt verurſachen würden.

Stehende Mühlſteine von großem Durchmeſſer laſſen das Zerkleinen und Feinmahlen des Steins zugleich ſtattfinden, und veranlaſſen viel weniger Verluſt durch Staubverflüchtigung, mahlen aber ſehr ungleich und langſam; ſie können jedoch für viele Verhältniſſe dem obenbeſchriebenen Verfahren vorzuziehen ſein. Ebenſogut würde ſich aber auch ein gut eingerichtetes Walzwerk zu demſelben Zwecke eignen, ſobald in dem Stein keine Eiſenknoten vorhanden ſind.

Abtheilung II.

Hauptarbeiten.

Erstes Capitel.

Rösten.

A. Röstofenconstruction.

Der Umstand, daß man anfangs den Kupferstein nur einer sehr niedrigen Temperatur, dann aber einer sehr starken Rothglühhitze aussetzen muß, läßt keinen einfachen Röstofen, sei er nach ungarischer oder nach englischer Art construirt, anwenden, weil darin das noch kurz vor dem Ziehen der vorhergehenden Post zu unterhaltende starke Feuer nicht sogleich bis zu der für den leichtzusammensinternden Stein unerläßlichen, höchst geringen Temperatur abgekühlt werden kann. Die Doppelröstöfen aber, nach der Mannsfelder Construction mit zwei übereinander liegenden Heerden, bei welchen die Flamme, nachdem sie sich über den unteren Heerd verbreitet hat, noch in den oberen Röstraum spielt und somit nur eine sehr gelinde Erhitzung des daselbst befindlichen rohen Mehles bewirkt, entsprechen ganz und gar ihrem Zwecke. Der obere Heerd *B* Taf. III. besitzt aber auch noch einen eigenen Windofen *e*, so daß jeder Heerd für sich geheizt werden kann, ohne daß eine Gegenwirkung und Hemmung des Zuges auf dem einen oder dem anderen Heerde eintritt. In diesem Falle wird nämlich der Fuchs *d*, Fig. 1, durch welchen die heißen Gase vom unteren in den oberen Heerd für ge-

a) Röstofen mit einem Heerde.

b) Doppelröstofen.

wöhnlich aufsteigen, durch eine eiserne Platte geschlossen und die Dämpfe vom unteren Heerde nehmen dann durch den Fuchs *p*, Fig. 6, welcher unmittelbar in die besonders dazu eingerichtete Flugstaubkammer führt, ihren Weg. Bedarf man aber des zum oberen Röstheerde gehörenden Windofens nicht, will man also beide Oefen nur durch eine Feuerung erhitzen, so wird das Flammenloch des oberen Windofens *e* vermauert und die Flammen oder die heißen Gasarten treten dann aus dem unteren Heerde durch den Fuchs *d* in den oberen, von da durch den Fuchs *h* in die Flugstaubkammern *n* und von hier endlich in die Esse Fig. 6, wobei sich natürlich eine sehr bedeutende Brennmaterialersparniß herausstellen muß. Damit sich die Arbeiter nicht bei ihrer Beschäftigung gegenseitig hindern, so steht der Arbeiter des oberen Röstheerdes auf einer höheren Etage *v* der Arbeitsöffnung des unteren Heerdes gegenüber, wie aus Fig. 3 zu ersehen ist. Ferner sind Luftcanäle *y* außerhalb des Ofens angesetzt, wodurch der Zutritt von Luft noch außer der durch den Rost einströmenden vermehrt und nicht nur die Oxydation, sondern auch die Verbrennung der Gase, wie auch eine beliebige Abkühlung des Ofens befördert werden kann. Die Einrichtung zum Besetzen des oberen Röstheerdes besteht meistens in einer Lutte, die vom Postenheerde weg auf den oberen Heerd führt und mit einem Deckel versehen ist, welcher noch, um die daraus herausdringenden Dämpfe abzusperren und zugleich um die etwa entweichende Hitze zu benutzen, mit der nächstfolgenden Post bedeckt wird. Nicht selten findet man aber auch, um die in Folge des Herabstürzens des Mehls durch die Lutte entstehende Verstäubung zu vermeiden, daß das Aufgeben durch die Arbeitsöffnung erfolgt, vor welcher sich ein tafelförmiger eiserner Vorsprung befindet, an welchen scharf passend eine hölzerne Tafel angesetzt wird; auf diese Tafel stürzt man die Post und schiebt sie dann mit der Krücke in den Röstheerd. Oder man legt ein an den Seiten umgebogenes starkes eisernes Blech auf die Röstwalze mit dem vorderen, offenen Ende, und mit dem hinteren Ende auf einen Bock, stürzt die Post darauf, schiebt es

alsdann, unterſtützt durch die Röſtwalze, auf den Heerd und drückt die Poſt vom Bleche herunter. Durch die mit einem Schieber *s* zu ſchließende Oeffnung kann die vorgeröſtete Poſt vom oberen Heerde in den unteren herabgelaſſen und ihre Stelle auf dem oberen Heerde durch eine neue erſetzt werden. Die Gasarten, welche beim Ziehen der Poſt ſich noch entwickeln oder während der Arbeit aus der Arbeitsöffnung entweichen, werden durch einen Mantel, der ſich auf Säulen oder Bogenpfeiler ſtützt und mit den Flugſtaubkammern in Verbindung ſteht, aufgefangen.

Was die Conſtruction des Windofens anbelangt, ſo iſt in der Zeichnung, Taf. III., die Feuerung mit Reiſig (Wellholz) angenommen; bei einer Braunkohlenfeuerung darf man nur, damit das in der Braunkohle enthaltene Waſſer vor der Verbrennung derſelben verdampft, den Roſt tiefer legen und bei einer Steinkohlenfeuerung noch etwas tiefer legen; jedoch kann man auch mit Vortheil den unteren Windofen durch einen mit Steinkohlen und Coaks bedienten Gasofen erſetzen, vorzüglich da man im unteren Röſtofen eine ziemlich conſtante und hohe Temperatur nöthig hat und die Möglichkeit einer vollſtändigen Verbrennung der aus dem Brennmaterial entwickelten Gaſe evident erwieſen iſt.

Röſtofen mit Gasfeuerung.

Allen Erforderniſſen, die man von einem Gasofen verlangen kann, ſcheint die auf Taf. III. angegebene Conſtruction zu entſprechen. Denn im Allgemeinen kann man von genanntem Ofen ſagen, daß er Einfachheit mit Zweckmäßigkeit verbindet, Eigenſchaften, von denen die erſtere die Manipulation und Unterhaltungskoſten vermindert, die letztere jedoch die Möglichkeit der Hervorbringung des höchſten Effects gewährt; und daß ſeine Conſtruction auf eine richtige Theorie des Luftzuges und eine beſtmöglichſte Benutzung der aus dem Brennmaterial entwickelten Hitze baſirt iſt, ſcheint aus den ausgezeichneten Reſultaten ſeiner Wirkſamkeit in mehreren hüttenmänniſchen Officinen hervorzugehen.

Im Speciellen iſt der Feuerungsraum nach dem Principe der Biſchoff'ſchen Gasgeneratoren eingerichtet. Zu beiden Seiten

des mit Brennmaterial durch die Oeffnung *a* zu füllenden Schachtofens laufen zwei Verbrennungsluftzuführungscanäle (*e* und *f*) in die Höhe, vereinigen ſich ſämmtlich in einen Canal *g*, welcher hierauf nach dem Gascanal *h* zu bis auf einen ſchmalen Schlitz von nur 1½ Zoll Weite abläuft. Zur Regulirung der Verbrennungsluft dienen die Schieber *m* und *m* und zur Regulirung der durch den Roſt ſtrömenden Luft entweder ein Schieber im Gascanale oder, da dieſer nicht gut hält, eine Thür in der Hauptanzucht, womit man den Luftſtrom entweder ſogleich in die Eſſe und ſo von dem Roſte wegleiten oder nach Schließung der Thür den Luftzug durch den Roſt hindurchnöthigen kann.

Die Haupterforderniſſe, die man an einen guten Generator ſtellt, ſind aber:

1) »daß kein Theil der brennbaren Gaſe, in welche das Brennmaterial verwandelt wird, unverzehrt und unbenutzt durch den Schornſtein geht«;

2) »daß aber auch keine große Menge zuſtrömender, atmoſphäriſcher Luft unzerſetzt bleibt und ſo eine Erniedrigung der Temperatur im Ofen verurſacht«.

Dieſe beiden Hauptpunkte werden aber nur erreicht:

1) wenn die durch den Roſt eindringende atmoſphäriſche Luft unzerſetzt nicht in den Röſtofen gelangen kann, alſo ſtets durch eine conſtante, hinreichend hohe und glühende Brennmaterialſchicht dringen muß;

2) wenn das Brennmaterial, bevor es zur Verbrennung gelangt, vollkommen vorbereitet wird, und dies kann, ohne daß ein beſonderer Aufwand erforderlich wird, ebenfalls nur durch eine hohe Brennmaterialſchicht erlangt werden. Denn dadurch wird das Brennmaterial während ſeines Niederganges bis zum Roſt, d. h. bis zu der Zone, wo die eigentliche Verbrennung erſt erfolgt, einer allmählig ſteigenden Temperatur ausgeſetzt und ſomit zuerſt das Waſſer, dann die Deſtillationsproducte in immer gleichen Mengen entwickelt, ſo daß nicht die Deſtillationsproducte zu einzelnen Zeiten vorherr-

ſchen und dann in einer ſchwarzen Rauchſäule unbenutzt verloren gehen;

3) wenn der durch die ſtärkere Lage von Brennmaterial wie auch durch das Aufblähen und Backen mancher Steinkohlen geſchwächte Luftzug durch theilweiſe Anwendung von poröſem, bei keiner Temperatur eine andere Geſtalt annehmendem Brennmaterial, z. B. von Coaks, wieder verſtärkt wird. Zum größten Theil muß aber dieſer durch den Roſt ſtrömende Luftzug durch ein Saugenlaſſen der Verbrennungsluft auf die im Generator entwickelten Gaſe erſetzt werden, und das kann nur dadurch geſchehen, daß die Verbrennungsluft über dem Gascanal eingeführt, ſomit ihre Zughöhe, alſo auch ihre Geſchwindigkeit gegen die der Gaſe vermehrt wird;

4) wenn man die zur Verbrennung der Gaſe nöthige Luft in einem möglichſt leicht zerſetzbaren Zuſtande, d. h. heiß einführt. Einfacher und wohlfeiler als in der Zeichnung, Taf. III., angedeutet, kann man ſich aber keinen Apparat zur Erwärmung der Luft denken; denn hier geſchieht dies durch die ausſtrahlende Wärme des Roſtes, indem die Luftzuführungscanäle unmittelbar am Roſte im Aſchenfalle oder, wenn man eine ſehr hohe Temperatur im Ofen erreichen will, zur Hälfte ſogar über dem Roſte angeſetzt ſind, in welchem letzteren Falle die Luft durch die heiße Schlacke und Aſche erwärmt, aber lange noch nicht hierdurch an dem Eintritte gehindert, an der Geſchwindigkeit aber allerdings etwas gehemmt wird; alsdann braucht man aber nur dafür am Querſchnitt zuzuſetzen. Namentlich wird aber die Luft noch im Vereinigungscanale *g* durch die darunter hinſtrömenden, ſehr heißen Gaſe erwärmt;

5) wenn die Mengung der Gaſe mit der atmoſphäriſchen Luft aufs Sorgfältigſte erfolgt. Dies erreicht man vollkommen nicht nur dadurch, daß man den durch die Feuerbrücke und das Ofengewölbe gebildeten Verbrennungscanal nicht zu weit macht, lieber ihn nach und nach etwas verengt, alſo eine gewiſſe Spannung daſelbſt hervorbringt, und ihn nur ſo lang herſtellt, daß zwar die darüber hinziehenden brennbaren Gaſe mit der Verbrennungsluft ſich

vollkommen mengen, jedoch erst beim Eintritt in den Röstofen verbrennen, sondern auch und vorzüglich dadurch, daß man die Verbrennungsluft in möglichst dünnen Spalten (wie Taf. III. Fig. 1 zeigt) oder in einzelnen Röhrchen, so weit hierdurch die in der Praxis vor allen Dingen nöthige Einfachheit und der ökonomische Standpunkt nicht beeinträchtigt wird, einführt. Denn wird die Verbrennungsluft nicht durch eine enge Spalte, sondern durch eine Oeffnung von quadratischem oder rundem, aber natürlich von demselben Querschnitte zu den Gasen geleitet, so erfolgt die Mengung mit den Gasen nicht vollständig, und zu viel unwirksame, nur unnöthige Erwärmung erfordernde atmosphärische Luft zieht durch den Ofen, weil dann der Luftstrom zu stark ist, d. h. mit zu großem Querschnitte, als daß der mittlere Luftfaden mit den Gasen an dem bestimmten Punkte sich vollkommen mischen könnte. Je enger man aber den Schlitz macht, mit desto größerer Pressung tritt bei einem guten, vorzüglich durch einen tiefen Aschenfall erhöhten Luftzuge die Luft in den Gascanal ein und begünstigt daher ihre Mengung mit den Gasen, namentlich wenn sie stechend auf den Gasstrom eingeleitet wird, wie Fig. 1 zeigt;

6) wenn das Gas auf einem nicht zu langen Wege aus dem Generator in den Verbrennungsraum gelangt, indem lange Gasleitungsröhren, mögen sie auch aus einem noch so schlechten Wärmeleiter hergestellt sein, allemal mit Wärmeverlust in Folge der Ausstrahlung verbunden sind;

7) wenn die Seitenwände des Generators so stark erbaut sind, daß eine möglichst geringe Wärmeausstrahlung erfolgen kann;

8) wenn endlich das Quantitätsverhältniß der Verbrennungsluft und der Gase durch Schieber *m* oder Klappen genau regulirt werden kann; jedoch muß man hier von einer berechneten Genauigkeit ganz absehen, da weder die während einer gewissen Zeit sich erzeugende Gasmenge, noch die Luftmenge mit Sicherheit sich ermitteln und bestimmen läßt; sondern man kann sich hier nur aufs

Verſuchen und Probiren ſtützen und beobachten, wann der günſtigſte Effect erreicht iſt.

Der größte Vortheil, der aus der Anwendung von Gasfeuerung hervorgeht, beſteht außer dem, daß man eine reine, nicht rußende Flamme erlangt, noch darin, daß man die beim Flammenhüttenbetrieb durch ein Siebſetzen leicht zu gewinnenden Cinders verwenden kann. Dieſe bedingen aber andere Dimenſionen und größere Aufmerkſamkeit, als die beſſeren Brennmaterialien, weil ſie

1) wegen der Kleinheit ihres Kornes den Luftzug ſehr vermindern, daher ſich die brennbaren Gaſe in dem Verbrennungscanal zu langſam bewegen und die Verbrennung in kürzerer Entfernung vom Feuerraume weg vollendet wird, als da, wo man ſie nöthig hat; folglich wird die Hitze wegen zu langſamen Wechſels der Gaſe nie intenſiv genug ſein können, ſelbſt wenn man durch einen weiteren Feuerungsraum die ſich aus den Cinders nur ſehr ſpärlich entwickelnden Gasquantitäten vermehren würde. Wiewohl man bei einem kleinen Feuerungsraum durch Erhöhung der Eſſe oder durch Anlegung von ſehr tiefen Canälen den Luftzug ſo verſtärken kann, daß eine gleich große Menge von Gas erzeugt würde, als bei einem weiteren Gasofen, indem man dadurch die Verbrennungszone weiter nach oben ſich ausdehnen ließe, ſo iſt es doch nicht gut; denn es würden alsdann, ganz abgeſehen von der Vermehrung des Flugſtaubs, die Gaſe zum Theil leicht noch kohlenſäurehaltig in den Ofen treten, alſo von viel geringerem Brenneffecte ſein, außerdem aber würde noch eine überſchüſſige Menge von Luft unnöthigerweiſe erwärmt werden müſſen. Außerdem hat auch eine Erhöhung der Brennmaterialien in der Praxis ſeine Grenze, ſo daß man ſich durch Mitbenutzung von Coaks, Steinkohlen oder anderen Brennmaterialien, deren größeres Format Zwiſchenräume in dem Feuerungsraume bildet, durch welche der Zug erfolgen kann, helfen muß;

2) weil ſie eine ſehr bedeutende Menge von Aſche liefern, wodurch leicht eine Verſtopfung des Roſtes eintreten kann;

3) weil ſie durch ihren Gehalt an leichtflüſſigen, nicht zu be-

ſeitigenden Schlackentheilchen unterhalb der Mündung des Gasableitungscanales (Fig. 1, *b*), nach welcher Richtung hin die glühend heißen Gaſe ihren Zug nehmen und daſelbſt eine Frittung der leichtflüſſigen Verbindungen bewirken können, Anſätze von Schlackenwülſten bilden und ſo ein langſames und ungleichförmiges Niedergehen oder Kippen der Brennmaterialſchichten, unregelmäßige Ableitung der Gaſe und Hemmung des Zugs verurſachen;

4) weil ſie in Folge der verhältnißmäßig geringen Menge des in ihnen noch enthaltenen Brennſtoffs, der höchſt langſamen Gasentwickelung und des gänzlichen Mangels an einem Gehalte von Kohlenwaſſerſtoff ſich ſehr ſchwer entzünden, nur Kohlenoxydgas und nur eine ſchwache Hitze geben, ſomit erſt angewendet werden können, wenn der Ofen in die größte Hitze gekommen iſt;

5) weil ſie endlich durch die naſſe Aufbereitung gewonnen werden, ſomit noch viel Waſſer enthalten und eine ſorgfältige Abtrocknung erheiſchen, eine Arbeit, die jedoch in den meiſten Fällen ohne große Koſten an Zeit durch Benutzung der ausſtrahlenden oder der ſonſt in dem Schornſtein verloren gehenden Wärme erreicht werden kann. Selbſt wenn man auch nur eine mittlere Hitze erzielen will, ſo iſt das Abtrocknen unbedingt nöthig, weil ſogar die kräftigſten Kohlenwaſſerſtoffgaſe, wenn ſie mit bedeutenden Mengen Waſſerdampf gemengt ſind, keine gewünſchte Hitze geben, indem der Waſſerdampf, ehe er verbrennbar, d. h. ehe er in ſeine Beſtandtheile zerlegt wird, einer hohen Temperatur bedarf und er dieſe der Hitze, die durch das Verbrennen der Gaſe erzeugt wird, entzieht. Allerdings findet man häufig die Meinung verbreitet, daß durch naſſes Brennmaterial oder durch Zuſtrömenlaſſen von Dampf die Hitze ſich in Folge der Bildung von Kohlenwaſſerſtoffgas erhöhen laſſe; jedoch wenn Waſſerſtoff mit Sauerſtoff zu Waſſer ſich verbindet, d. h. verbrennt, wird eine Wärmemenge erzeugt, die höchſt wahrſcheinlich im günſtigſten Falle in demſelben Grade erfordert wird, um das Waſſer wieder in ſeine Beſtandtheile, Waſſerſtoff und Sauerſtoff, zu zerſetzen; jedesmal entſteht aber noch ein bedeutender Ver-

luſt durch das Latentwerden von Wärme, wenn das im Brennmaterial enthaltene Waſſer in Dampf verwandelt wird, und der Vortheil, daß der durch Zerſetzung des Waſſerdampfes innerhalb des Generators frei gewordene Waſſerſtoff im Röſtofen erſt verbrennt, alſo die Wärmequelle vom Generator an den Ort verſetzt wird, an welchem ſie zur unmittelbaren Benutzung kommt, möchte wohl nicht den Nachtheil des Latentwerdens von Wärme übertragen.

Was die Bedienung eines ſolchen Gasofens anbelangt, ſo beſteht ſie darin, daß man für den Anfang klares Holz auf den Roſt bringt, darauf den Generator mit Torf anfüllt, das Holz unten anzündet, ſobald aber der Torf über und über brennt und Raum im Generator frei geworden iſt, ein Gemenge von Torf und dem ſpäter anzuwendenden Brennmaterial (Steinkohlen und Coaks), und dann nur das letztere füllt; ſo lange jedoch der Ofen noch nicht die hinreichende Hitze erreicht hat, muß man klares Brennmaterial, z. B. Cinders, vermeiden. Der Verſchluß des Deckels erfolgt mit Sand. Der Arbeiter hat nun ſein Augenmerk nicht nur auf eine gleichförmige Füllung zu richten, ſondern auch und vorzüglich auf die Herſtellung eines ſchlackigen Roſtes aus der Aſche des Brennmaterials und auf die Offenhaltung deſſelben. Sollte aber eine Schlackenbildung nicht erfolgen, ſo iſt man genöthigt, unter das Brennmaterial geringe Mengen von ſolchen Subſtanzen (meiſtens Kalk) zu miſchen, die unter dem Einfluſſe einer hohen Temperatur mit der Aſche eine hinreichend weiche Maſſe geben, ohne daß ein Herabſchmelzen derſelben vom Roſte wahrzunehmen iſt. Hat man aber durch eine ſchlechte Bedienung des Ofens keine Schlacke erhalten, ſondern liegt das glühende Brennmaterial unmittelbar auf dem Roſte, wo man dann auch allemal ſchlechte Hitze im Ofen hat, ſo darf man nicht den Roſt räumen, ſondern muß das Brennmaterial ungeſtört liegen und nur grobe Stücken Steinkohle und Coaks füllen laſſen, bis die Schlackenbildung auf dem Roſt wieder eintritt. — Durch die fortſchreitende Verbrennung würde ſich nach und nach die Schlacke auf dem Roſte ſo ſehr anhäufen, daß eine Verſtopfung

eintreten könnte, deshalb muß man ſie von Zeit zu Zeit zerklüften und zum Theil durch den Roſt fallen laſſen, ſo daß immer wieder halberweichte Schlacke auf den Roſt zu liegen kommt. Hierbei werden nur kleine Spalten und Löcher gebildet, durch welche die durch den Roſt ſtrömende Luft während ihres Durchganges vollkommen erwärmt, alſo ſchon vorbereitet in das glühende Brennmaterial eingeführt wird. Nur wenn der Ofen hohl ſteht, rüttelt man die im Schacht befindlichen Brennmaterialien durch die Oeffnungen *l*, Fig. 1, mit einem Böhrer auf oder man ſtößt vor dem jedesmaligen Füllen das Brennmaterial und die etwa an den Seiten hangende Schlacke mit einem langen Böhrer hinunter. Ebenſo entfernt man auch durch die Oeffnungen *l*, welche für gewöhnlich dicht verſchloſſen gehalten werden, die unterhalb des Gasableitungscanales ſich anſetzenden Schlackenwulſte.

B. Manipulation.

Die Röſtung iſt die wichtigſte von allen zur Extraction gehörigen Operationen; denn während die bei den übrigen Extractionsarbeiten entſtehenden Fehler verbeſſert werden können, iſt im Röſtproceſſe jede weitere Mühe, einem einmal entſtandenen Uebel zu ſteuern, vergeblich, woraus erhellt, daß von ihm faſt ganz allein ein günſtiger oder ungünſtiger Erfolg der Extraction abhängig iſt und daß er die ſorgfältigſte Ausführung erfordert.

a. Vorröſten. Nach einer gleichmäßigen Vertheilung und Ausbreitung der drei bis vier Ctr. ſtarken Poſt auf dem oberen Heerde krückt oder krählt der Röſter die ganze Maſſe behutſam durch, ſucht ſo viel wie möglich das Klümpern zu verhindern oder zerſtört dieſes ſogleich wieder durch ein ſorgfältiges, gewichtiges Durchklopfen der ganzen Maſſe mittelſt eines ſtarken langen Böhrers in radialen Streifen. Schon nach $^1/_4$ Stunde nimmt die Poſt an der Feuerbrücke eine ſchwache Rothglühhitze an, die nach und nach unter bedeutendem Aufblähen der ganzen Maſſe ſtärker wird und alsdann muß das Krählen und Krücken, welches mit dem Durchklopfen abwechſelt,

ſchneller erfolgen, eines Theils, damit ein Klümpern vermieden, andern Theils, damit die Berührung aller Kupferſteintheilchen mit der oxydirenden atmoſphäriſchen Luft ſo vollſtändig wie möglich erreicht wird. Vorzüglich ſind die Ecken und Seitenwände rein vom Kupferſtein zu halten, auch muß rein vom Heerde weggekrählt werden, damit ſich nicht Schalen von zuſammengeſintertem und dann ſchmelzendem Steine auf dem Heerde auflegen können. Zugleich iſt es auch vortheilhaft, ſelbſt auf dem oberen Heerde zu wenden, d. h. das Mehl, welches an der Feuerbrücke gelegen hat, und der meiſten Hitze ausgeſetzt geweſen iſt, ſeinen Platz vertauſchen zu laſſen mit dem, welches bisjetzt mehr nach dem Fuchſe hinlag. Zu dieſem Ende wird die Poſt mit einer Krücke an allen Stellen vom Heerde weggekrückt und auf demſelben dergeſtalt zuſammengebracht, daß ſie einen langen Kamm formirt, welcher ſich von der Feuerſeite nach der Fuchsſeite erſtreckt; hierauf ſchaufelt der Röſter, von der Mitte des Kammes ausgehend, den dem Fuchſe zunächſt gelegenen Theil hinter den Kamm nach der Feuerbrücke zu und den daſelbſt befindlichen Theil nach dem Fuchſe hin, ſo daß alle Theile der Poſt ein und derſelben Temperatur ausgeſetzt werden. In Folge des Wendens erhält aber der Stein nicht nur eine gleichförmigere Hitze, ſondern es wird auch das Auflegen auf den Heerd verhindert, dem Heerde die nöthige Grundhitze ertheilt, ſo wie die Entwicklung von ſchwefliger Säure, d. h. das Abſchwefeln ſehr befördert. Iſt das Abſchwefeln im vollen Gange, ſo läßt man durch die bisher mit einem Ziegel verſchloſſenen Oeffnungen zur vollſtändigen Oxydirung und einiger Temperaturermäßigung friſche atmoſphäriſche Luft einſtrömen.

Nach 5 bis 5½ Stunden wird die Poſt auf den unteren Heerd gelaſſen und hier ebenſo wie oben behandelt, nur daß ſie hier einer viel höheren Temperatur ausgeſetzt und der Feuerung näher gerückt, daher auch ein öfteres Wenden nothwendig iſt. Nachdem die Poſt hier 2 Stunden einem mittelſtarken Feuer, dann 2 bis 3 Stunden einem ſehr ſtarken Feuer ausgeſetzt, d. h dem ſogenannten Todtröſten unterworfen worden iſt, wobei nur ein lichtrothes Glühen, Entweichen

b. Todtröſten.

von weißen dicken Dämpfen, vorzüglich an der Feuerbrücke, aber keine Spur von einem ſchwefligſauren Geruch wahrzunehmen iſt,

c. Probe für's Todröſten.

wird **Probe** genommen, d. h. mit einem Löffel etwas von der Feuerbrücke weg herausgeholt, in einer Porcellanſchale als ein Kamm aufgeſchüttet, und heißes Waſſer auf das eine Ende getropft, bis es am entgegengeſetzten Ende wieder herauskocht und, in die nur höchſt ſchwach blau gefärbt ſein ſollende concentrirte Flüſſigkeit ein Körnchen Kochſalz gebracht, wodurch ein käſiger Niederſchlag um das Körnchen herum entſteht. Iſt die Probe ſo und ohne allen grünlichen, von Eiſenvitriol herrührenden Schein und ohne ſtarker, vom Kupfervitriol verurſachter blauer Färbung ausgefallen, ſo wendet man noch einmal und fährt mit der Feuerung ſo lange fort, bis das bisher am Fuchſe gelegene, jetzt nach der Feuerbrücke gebrachte Mehl durch dieſelbe Probe für gut befunden wird; alsdann zieht man die Hälfte des im Ofen befindlichen Kupferſteinmehles auf eine eiſerne Platte heraus, vermengt ſie höchſtens mit 3% Salz und ſetzt ſie wiederum zu der im Ofen liegen gelaſſenen halben Poſt, ſo daß alſo zum Rö-

d. Gutröſten.

ſten mit Salz, d. h. zum **Gutröſten** höchſtens $1\frac{1}{2}$ % Salz auf das ganze Mehl kommt, oder man miſcht 2 Centner des in einem anderen Ofen todtgeröſteten Mehles mit 9 Pfd. = 4,5% Salz und ſetzt dieſe in dem Ofen mit zu, ſo daß die Gutröſtung 6 Ctr. beträgt. Hierdurch bezweckt man nicht nur das Abkniſtern, eine gleichförmige Vertheilung, und größere Erſparung des in hoher Hitze ſich verflüchtigenden Salzes, ſondern auch eine Abkühlung des im Ofen der größten Hitze ausgeſetzten Mehles, ſo daß kein Verluſt durch die bei hoher Röſthitze flüchtig werdenden Chlormetalle, als Chlorſilber und Chlorkupfer, entſteht, überhaupt aber die Chlorſilberbildung beſſer erfolgt. Nach einem halbſtündigen ſchnellen Krählen, während deſſen ſich leichte graulichweiße Dämpfe entwickeln, läßt man die Poſt in das unter dem unteren Röſtheerde befindliche Gewölbe, von wo es nach Bedarf zur Laugung entnommen wird. So wie der untere Heerd freigeworden iſt, kommt die Poſt vom oberen Heerde herunter, wird hier ebenſo behandelt, ebenfalls die

Hälfte mit 3 % Salz beſchickt und dieſe Miſchung wiederum in den Ofen zurückgebracht oder man ſetzt noch ein Gemenge von in einem anderen Ofen vollkommen todtgeröſtetem Mehle mit Salz hinzu, indem das Gutröſten ein ſtarkes Haufwerk recht gut verträgt. Der obere Heerd wird aber auch wieder beſetzt, wie aus der obigen Beſchreibung der Röſtofenconſtruction hervorgeht.

Die Feuerung wird bei Wellholz von einem beſonderen Heizer continuirlich unterhalten, die ſtärkſte Hitze aber ungefähr 2 Stunden vor dem Salzzuſatze anhaltend gegeben. Bei Gasfeuerung dagegen hilft man ſich am Sicherſten durchs Roſträumen, oder man vermindert den Zutritt von Verbrennungsluft etwas, wenn man die ſtärkſte Hitze haben will.

e. Verfahren bei ſehr viel Gröbe gebendem Stein od. uneingerichteten Arbeitern.

Sind jedoch die Arbeiter noch nicht gehörig eingeübt oder hält der Stein viel Speiſe und Blei, ſo iſt der Stein nur 4 bis 5 Stunden im oberen und 4 bis 5 Stunden im unteren Heerde unter einer nach und nach verſtärkten Hitze vollkommen todtzuröſten, dann in mit feiner Gaze überzogenen Cylinderſieben abzuſieben, die Röſt-Gröbe mittelſt eines Walzwerkes zu zerquetſchen und dann zu mahlen, das Siebfeine dagegen mit 1½ % Kochſalz zu vermiſchen und noch 1½ bis 2 Stunden im unteren Heerde bei einem nicht geringen Feuer, aber ſtetem, wenn auch nicht ſehr bedeutendem Luftzutritt durch die Oeffnungen *y* zu röſten. Die Gröbe vom Vor- und Todtröſten ſetzt man nach ihrem Mahlen zu der ſchon 4 bis 5 Stunden im oberen Heerde geröſteten Vorröſtpoſt, ſo daß ſie im unteren Heerde ſomit noch 4 bis 5 Stunden behandelt wird; da ſie jedoch nicht nur Mahlkoſten verlangt, ſondern auch das noch nicht vollſtändig abgeſchwefelte Mehl bei ihrem Zuſatze etwas erkältet, und zu Verluſten durch Verſtäubung bei ihrer Verarbeitung Veranlaſſung giebt, ſo ſieht man wohl ein, wie ſehr man ihre Bildung vermeiden, wie ſehr man beim Spuren oder beſſer vor dem Spuren bedacht ſein muß, das Blei und die Speiſe abzuſcheiden und nur möglichſt reine Schwefelmetalle der Extraction

zu übergeben. Unter dieſen Verhältniſſen kommt auch der Flugſtaub vom Vorröſten zum Vorröſten und der vom Gutröſten zum Gutröſten.

Durch das Röſten nehmen übrigens die Poſten an Gewicht bedeutend zu, indem die Gewichtsmenge des zutretenden Sauerſtoffs den Abgang an Schwefel, Gaſen, Antimon, bei weitem überſteigt und erhalten ein dunkel grauſchwarzes, wolliges Anſehen.

f. Vorſichtsmaßregeln. Entwickelt ſich beim Miſchen der todtgeröſteten Poſt mit Salz nach einiger Röſtzeit ein ſehr ſtark auffallender Geruch, zeigt ſich ein ſtarkes Glühen über die ganze Poſt und nimmt die Röſtflamme eine blaue, ins Violette ſpielende Farbe an, ſo iſt das Todtröſten noch nicht vollſtändig erfolgt; die aber einmal mit Salz gemengte Poſt muß kalt eingeſetzt und beſonders gelaugt werden und, um Chlorkupfer- und Chlorſilberverflüchtigung zu vermeiden, bei ſtarkem Luftzutritt, gutem Krählen und Wenden und einer nur nach und nach ſich ſteigernden Hitze geröſtet und zuletzt, da dann alles Kochſalz in Glauberſalz zerſetzt, ein kleiner Ueberſchuß von Kochſalz aber verlangt wird, noch 1 % Kochſalz zugefügt werden.

g. Flugſtaub. Der Flugſtaub wird unter das vorzuröſtende Kupferſteinmehl gemiſcht.

C. Theorie.

In theoretiſcher Beziehung iſt der Röſtproceß einer der intereſſanteſten, aber auch einer der verwickeltſten unter allen hüttenmänniſchen Proceſſen, und da ein Jeder bei der Ausführung deſſelben vollkommen klar darüber ſein muß, ſo iſt gewiß eine ausführliche theoretiſche Auseinanderſetzung deſſelben hier an Ort und Stelle.

Es beſteht nämlich der Spurſtein zum größten Theil aus:

Halbſchwefelkupfer ($\dot{Cu}$),
zweitem Unterſchwefeleiſen ($\dot{Fe}$),
dem Unterſulfuret des Bleies ($\dot{Pb}$),
Schwefelzink ($\dot{Zn}$),
Schwefelſilber ($\dot{Ag}$),

Schwefelmangan ($\dot{Mn}$),

Arſennickel und Arſenkobalt $\left(\begin{matrix}Ni\\Co\end{matrix}\right\}As)$,

Schwefelantimon ($\dddot{Sb}$) und

Schwefelarſen ($\dddot{As}$)

Unterwirft man eine jede dieſer Verbindungen für ſich einer ſorgfältigen Röſtung, ſo zerſetzt ſich das

Halbſchwefelkupfer ($\dot{Cu}$) anfangs in rothes Kupferoxydul und ſchweflige Säure, nach der Verminderung der ſchwefligſauren Gasentwicklung aber, wenn der Sauerſtoff der zutretenden atmoſphäriſchen Luft nicht mehr durch den Schwefel allein zur Bildung der ſchwefligen Säure abſorbirt wird, entſteht Kupferoxyd und ſchwefelſaures Kupferoxyd. Steigert man nun die Temperatur, ſo wird ein Theil der Schwefelſäure der letzteren Verbindung unter Zurücklaſſung von baſiſch ſchwefelſaurem Kupferoxyde ($Cu^3\dddot{S}$) in Sauerſtoff, der mit dem etwa noch vorhandenen Kupferoxydul zu Kupferoxyd ſich vereinigt, und in ſich verflüchtigende ſchweflige Säure zerlegt. Erhöht man aber noch mehr die Temperatur, ſo wird noch der letzte Antheil der Schwefelſäure als weißer dicker Dampf ausgetrieben und nur reines Kupferoxyd gebildet, jedoch iſt dieſes durch Röſten in einem gewöhnlichen Flammenofen vollſtändig nicht zu erlangen, wird aber auch nicht in dieſem Grade für den Extractionsproceß erfordert. Setzt man aber das Schwefelkupfer anfänglich ſogleich einer zu hohen Temperatur aus, ſo daß die Abröſtung unvollkommen erfolgt und das noch vorhandene an und für ſich ſchon ſehr leicht ſchmelzbare Schwefelmetall zum Schmelzen kommt, ſo kann durch die gegenſeitige Zerſetzung des ſchon gebildeten Kupferoxyds und des noch unzerſetzt gebliebenen Schwefelkupfers unter Entwicklung von ſchwefliger Säure und ſomit unter Abſchluß des Sauerſtoffs der Luft metalliſches Kupfer neben Unterſchwefelkupfer ſich bilden. Daraus ſchon geht hervor, daß man das Anglühen des Steins ſehr langſam und bei möglichſt geringer Temperatur erfolgen

laſſen muß, wozu der obere Heerd des Doppelröſtofens ſich ganz vortrefflich eignet.

Das Unterſchwefeleiſen (Fe) verwandelt ſich zuerſt in Eiſenoxydul, ſchweflige Säure und ſchwefelſaures Eiſenoxydul. Bei weiterer Unterhaltung der Rothglühhitze entwickelt ſich aber immer noch ſchweflige Säure, indem ein Theil der Schwefelſäure des ſchwefelſauren Eiſenoxyduls ſich in ſchweflige Säure und in Sauerſtoff, welcher unter Begünſtigung der atmoſphäriſchen Luft das Eiſenoxydul des Salzes in Eiſenoxyd umändert, zerſetzt und ſchwefelſaures Eiſenoxyd zurückbleibt; denn $2FeO\,SO_3$, d. i. $Fe_2O_2 + 2SO_3$ geben $Fe_2O_3SO_3$ und SO_2, oder wenn die Temperatur etwas höher geſteigert wurde, ein Gemenge von Eiſenoxyd und baſiſch ſchwefelſaurem Eiſenoxyde ($\dddot{Fe}^3\,\dddot{S}$). Durch eine noch mehr erhöhte Temperatur kann, ſelbſt in einem gewöhnlichen Röſtofen, noch dieſer letzte Antheil Schwefelſäure als weißer Dampf verflüchtigt werden.

Das Unterſulfuret des Bleies (Pb) ändert ſich bei einer höchſt ſorgfältig geführten Röſtung nur zum geringſten Theile in ſchweflige Säure und in Bleioxyd, zum größten Theile aber in ſchwefelſaures Bleioxyd um; ſelbſt die ſtärkſte Rothglühhitze iſt nicht im Stande, die Schwefelſäure des Bleivitriols zu zerſtören und Bleioxyd zu bilden, wenn nicht etwa vorhandene Kieſelerde unter Abſcheidung von ſchwefliger Säure oder Waſſerdämpfe ihren zerſetzenden Einfluß darauf ausüben.

Schwefelzink (Zn) giebt bei ſeiner Röſtung Zinkoxyd und ſchwefelſaures Zinkoxyd, bedarf aber im Allgemeinen einer viel höheren Temperatur und länger fortgeſetzten Röſtung, als die vorhergehenden Verbindungen, zu ſeiner Zerſetzung; ebenſo bildet ſich bei geſteigerter Temperatur aus dem ſchwefelſauren Zinkoxyd unter Austreibung eines Theils Schwefelſäure baſiſch ſchwefelſaures Zinkoxyd ($Zn_3\,\ddot{S}$), bis auch dieſes bei der ſtärkſten Rothglühhitze unter Verflüchtigung der ganzen Schwefelſäure in Zinkoxyd umgewandelt wird.

Schwefelmangan ($\dot{Mn}$) verhält ſich ganz analog dem Schwefeleiſen, bildet alſo Manganoxyd und ſchwefelſaures Manganoxydul und nach der höchſten Röſthitze nur Manganoxyd.

Schwefelſilber ($\dot{Ag}$) wird für ſich allein ſelbſt durch's ſorgfältigſte Röſten immer nur in metalliſches Silber umgewandelt.

Schwefelantimon ($\dddot{Sb}$), welches übrigens nur bei einer vom Anfange bis zum Ende der Operation gleichförmigen mäßigen Temperatur geröſtet werden darf, kann nur zum Theil wegen ſeiner leichten Schmelzbarkeit durch die Röſtung zerlegt werden in ein Gemenge von antimoniger Säure und Antimonoxyd, welches nur bei ſehr hoher Temperatur flüchtig wird; zum größten Theil bleibt Schwefelantimon eingemengt.

Schwefelarſen ($\dddot{As}$), welches aber nur in Verbindung mit anderen Schwefelmetallen im Steine vorhanden iſt, verflüchtigt ſich theils als ſolches, theils als arſenige und ſchweflige Säure.

Endlich liefern die Arſenmetalle, als Arſennickel und Arſenkobalt $\left(\begin{matrix}Ni\\Co\end{matrix}\right\}As)$, unter Abſcheidung von arſeniger Säure arſenikſaure Metalloxydſalze.

Werden aber dieſe Schwefel- und Arſenmetalle zuſammengemengt und einer Röſtung unterworfen, ſo begünſtigen ſie gegenſeitig ihre Oxydation; denn es befördert ein Vorhandenſein von Schwefeleiſen bei der Röſtung die Oxydation des Schwefelkupfers und das von Schwefelkupfer die Bildung von Silbervitriol aus dem Schwefelſilber; ebenſo erleichtert weſentlich das Schwefeleiſen bei der Röſtung die Zerſetzung des Schwefelzinks und die der Arſenmetalle. Denn das ſchon während der eigentlichen Abſchweflungsperiode ſich aus Schwefeleiſen erzeugende ſchwefelſaure Eiſenoxyd verwandelt auf Koſten des Sauerſtoffs ſeiner Schwefelſäure das Schwefelkupfer oder Kupferoxydul in ſchwefelſaures Kupferoxyd, und dieſes wieder nach demſelben Principe das Schwefelſilber unter Entwicklung von ſchwefliger Säure in ſchwefelſaures Silberoxyd, welches

alsdann mit heißem Waſſer ausgezogen werden kann und ſich erſt bei einer lange anhaltenden ſehr hohen Temperatur in metalliſches Silber, Sauerſtoff und ſchweflige Säure zerſetzt. Ebenſo wirken die aus demſelben Schwefelmetalle entſtandenen ſchwefelſauren Salze, vorzüglich die des Eiſens und Kupfers oxydirend auf noch andere ſich ſchwer röſtende Verbindungen, theils durch die bei der Oxydation des Schwefels erzeugte und ſehr gleichförmige Temperatur, theils durch den Sauerſtoff der Alles durchdringenden, flüchtig werdenden Schwefelſäure; daher wird z. B. das ſehr ſchwer und nur bei einer ſehr hohen Röſthitze ſich oxydirende Schwefelzink mit Schwefeleiſen oder auch mit ſchwefelſauren Eiſenoxydſalzen ſehr leicht zu ſchwefelſaurem Zinkoxyd umgewandelt, und ſelbſt ſchwer zerlegbare, ſich auch während der Abſchweflungsperiode bildende Metalloxydſalze werden durch ſchwefelſaures Eiſenoxyd in ſchwefelſaure und daher durch hohe Temperatur zerlegbare Salze umgewandelt, wie z. B. arſenſaures Kobaltoxydul dadurch unter Erzeugung von ſchwefelſaurem Kobaltoxydul und arſenſaurem Eiſenoxyd zerſetzt wird. Außerdem dient aber auch das aus dem Schwefeleiſen entſtehende Eiſenoxyd zur Trennung und daher auch vollkommenen Abröſtung der leicht zuſammenſinternden und leicht ſchmelzbaren Metallverbindungen.

Hieraus geht auch hervor, daß man bei einer vorſichtigen und vollkommen rein oxydirenden Röſtung, die man aber nur durch Anwendung künſtlicher Mittel zu erreichen im Stande iſt, die ſchwefelſauren Metalloxydſalze von einander trennen kann, ebenſo wie man auf naſſem Wege und auch in derſelben Reihenfolge nach vorausgegangener Oxydation die Oxyde oder Superoxyde von einander abſcheidet. Für unſeren Fall iſt es aber vorzüglich wichtig, zu wiſſen, daß ſich das ſich zuerſt bildende ſchwefelſaure Eiſenoxyd auch wieder zuerſt zerſetzt, dann bei erhöhter Temperatur der größte Theil des ſchwefelſauren Kupferoxyds und zuletzt bei der größten Röſthitze das ſchwefelſaure Silberoxyd, welches erſt bei einem ſehr ſtarken und lange anhaltenden Glühen in Me-

tall, Sauerſtoff und ſchweflige Säure zerſetzt wird. Deshalb erfolgt auch bei der Röſtung des Kupferſteins eine Steigerung der Hitze, bis endlich ſchwefelſaures Silberoxyd in hinreichender Menge ſich erzeugt hat, worauf auch die oben erwähnte Probe zur Beſtimmung der Zeit zum Salzzuſatze baſirt iſt, wie man nun leicht einſehen wird.

Bei genannter Probe muß ich noch bemerken, daß ſich mitten und auf dem todtgeröſteten Steine metalliſches Silber in kleinen Knospen ausſcheidet, wenn die durch Behandlung deſſelben mit warmem Waſſer entſtandene ſchwefelſaure Silberoxydlöſung nicht ſchnell genug vom Kupferſtein abfiltrirt wird, weil ſelbſt nach einer ſorgfältigen Röſtung in den kleinſten Körnchen noch hier und da Kupferoxydul enthalten iſt und dadurch das ſchwefelſaure Silberoxyd leicht reducirt wird. Eine gleiche Reduction des ſchwefelſauren Silberoxyds erfolgt natürlich auch, wenn man das todtgeröſtete Mehl der feuchten Luft ausſetzt, indem das Mehl mit Heftigkeit das Waſſer aus der Luft anzieht; daher mag wohl auch die in manchen Werken angeführte Beobachtung herrühren, daß, wenn man todtgeröſteten Kupferſtein mit Waſſer auslaugt, ein Theil des Silbers in metalliſchem Zuſtande zurückbleibt, während doch metalliſches Silber mit ſchwefelſaurem Kupferoxyd zuſammengeſchmolzen nur ſchwefelſaures Silberoxyd liefert, indem dann kein Reductionsmittel (z. B. kein Kupferoxydul) vorhanden iſt.

Bringt man nun zu dieſen nach dem Todtröſten zurückgebliebenen Oxyden und baſiſchen Metalloxydſalzen Kochſalz, d. h. ſchreitet man zum Gut- oder Garröſten, ſo oxydirt ſich auf Koſten der durch die Hitze frei gewordenen Schwefelſäure der Metalloxydſalze (da bekanntlich die Dämpfe der trockenen Schwefelſäure ihren Sauerſtoff loſer gebunden halten, als die Borax- und Phosphorſäure) das Natrium des Kochſalzes unter Begünſtigung der atmoſphäriſchen Luft und entwickelt wird ſchweflige Säure und freies Chlor, welches die Metallſalze und die noch unzerſetzten Schwefel-, Arſen- und Antimonmetalle oder das durch zu ſtarkes und zu langes

Todtröſten ausgeſchiedene metalliſche Silber in Berührung mit Kochſalz in Chlormetall verwandelt, während ſich ein anderer Theil der unzerſetzt gebliebenen Schwefelſäure mit dem gebildeten Natron zu ſchwefelſaurem Natron vereinigte ($NaCl + 2\ddot{S} = \dot{N}a\ddot{S} + \ddot{S} + Cl$). Daraus erſieht man wohl, daß eine beſondere ſorgfältige Mengung des Chlornatriums mit den Oxyden und Metalloxydſalzen nicht unbedingt nöthig iſt, wiewohl dieſe Umwandlung ſchneller von Statten geht, wenn genannte Metallverbindungen in unmittelbarer Berührung mit dem Kochſalze einer höheren Temperatur ausgeſetzt werden; metalliſches Silber aber wird nur in inniger Mengung mit dem Kochſalze durch die Rothglühhitze ſo zerlegt, daß ſich Chlorſilber bildet, das frei werdende Natrium dagegen ſich verflüchtigt, ſich dabei in Berührung mit der Luft oxydirt und mit den übrigen Dämpfen als Natron fortgeht; denn das auf der Oberfläche des Silbers durch die Einwirkung des Chlors entſtehende Chlorſilber muß Gelegenheit haben, von den unmittelbar daneben befindlichen Kochſalztheilchen ſich auflöſen zu laſſen und ſo eine neue metalliſche Oberfläche immer wieder der Einwirkung des Chlors auszuſetzen. Außerdem bilden ſich aber auch noch andere Chlormetalle, welche an das Metallſilber oder an noch unzerſetzte Metallverbindungen einen Theil ihres Chlors abzugeben im Stande ſind, als Chlorkupfer, Chloreiſen, Chlormangan.

Zur näheren Erläuterung obiger Bemerkungen möge als Beiſpiel ſchwefelſaures Kupferoxyd dienen, welches mit Chlornatrium gemengt und bis zum Rothglühen erhitzt, ſich in Folge der Einwirkung ſeiner Schwefelſäure auf das Natrium des Chlornatriums in Kupferchlorür, und bei Zutritt von atmoſphäriſcher Luft in Kupferchlorid, verwandelt unter Bildung von freiem, ſich verflüchtigendem Chlor und zurückbleibendem ſchwefelſauren Natron, indem ein Theil der durch die Rothglühhitze aus dem Kupferoxydſalze freigewordenen Schwefelſäure, ſowie die atmoſphäriſche Luft ein Atom Sauerſtoff an das Natrium des Kochſalzes abgiebt und Natron erzeugt, während der unzerſetzte Theil Schwefelſäure ſich mit dem Natron zu

ſchwefelſaurem Natron, das Chlor des Chlornatriums dagegen zum größten Theile frei wird und ſchwefelſaures Silberoxyd in Chlorſilber umwandelt, zum Theil aber auch mit dem Kupfer zu Kupferchlorür ſich verbindet. Dieſes Kupferchlorür verwandelt ſich aber bei Luftzutritt erhitzt wie das Eiſenchlorür ($6FeCl+3O=2FeCl^3+Fe^2O^3$) in Kupferchlorid und zurückbleibendes Kupferoxyd und dieſes Kupferchlorid giebt mit Silber oder mit den Schwefel-, Arſen- und Antimonverbindungen deſſelben ſtark bis zu ſeiner Verflüchtigung erhitzt die Hälfte ſeines Chlors an dieſe Subſtanzen ab und es wird Chlorſilber gebildet, im zweiten Falle (bei $\dot{A}g$; $\dot{A}g\overset{\prime\prime\prime}{A}s$ oder $\dot{A}g\overset{\prime\prime\prime}{S}b$) noch unter Entweichen von Chlorſchwefel, Chlorarſen oder Chlorantimon.

Endlich befördert noch der in Folge des Verbrennungsproceſſes vorzüglich bei Wellholzfeuerung entſtehende Waſſerdampf die Verchlorung des Silbers, indem ſich die durch die Hitze aus den Metallſalzen ausgetriebene Schwefelſäure in waſſerhaltige umändert und das Kochſalz alsdann ſo zerlegt, daß der Sauerſtoff des Waſſerdampfes ſich mit dem Natrium des Chlornatriums zu Natron und dieſes wiederum mit der Schwefelſäure zu Glauberſalz vereinigt, während der Waſſerſtoff des Waſſers mit dem Chlor des Chlornatriums zu Chlorwaſſerſtoffſäure ſich verbindet. Daß dieſe Chlorwaſſerſtoffſäure ein ausgezeichnetes Verchlorungsmittel, vorzüglich für die ſchwer ſich zerſetzenden Arſen- und Antimonverbindungen iſt, läßt ſich wohl leicht begreifen; deshalb iſt auch in Freiberg eine beſondere Einleitung von Waſſerdämpfen während des Garröſtens der Amalgamirerze zur Erzeugung von Chlorwaſſerſtoffſäure und der dadurch zu bewirkenden Zerſetzung der antimon- und arſenſauren Silberoxydſalze verſucht worden und würde ſich gewiß einer Einführung im Großen zu erfreuen gehabt haben, wenn nur ein unter dem Roſte angebrachtes mit Waſſer gefülltes Baſſin ausreichend, ein beſonderer Dampfentwicklungsapparat aber nicht zu koſtſpielig in der Unterhaltung und zu complicirt wäre, ſowie endlich die Eſſen- und Ofenwände nicht zu ſehr dadurch angegriffen würden.

Denn das Einströmenlassen von Wasserdämpfen während des Gutröstens gewährt außer der vollkommeneren Chlorsilberbildung noch den der Zersetzung der die Lauge verunreinigenden Metallchlorüre in unlösliche Oxyde; so liefert z. B. Eisenchlorür, der Rothglühhitze zugleich mit Wasserdämpfen ausgesetzt, salzsaures Gas und sogleich an der Luft zu Wasser verbrennenden Wasserstoff unter Bildung von ebenfalls an der Luft zu Eisenoxyd sich oxydirendem Eisenoxydoxydul

$[3\,\dot{Fe}Cl + 4HO + Luft = \dot{Fe}\,\ddot{Fe} + 3HCl + H + Luft = \ddot{Fe} + 3HCl + \dot{H}]$.

Ebenso wird das Salzsäuregas durch metallisches, bei einem zu weit gegangenen Todtrösten entstehendes Silber unter Chlorsilberbildung und Wasserstoffgasentwicklung zersetzt, während umgekehrt Chlorsilber durch Wasserstoff zu metallischem Silber unter Chlorwasserstoffsäureentwicklung reducirt wird. — Ferner bekommt man durch Zulassen einer größeren oder geringeren Menge die Temperatur des Ofens ganz in seine Gewalt und kann so die Chlorsilberverflüchtigung vermindern. — Ferner gestatten die Wasserdämpfe bei Gegenwart von Quarz, was allerdings nur beim Erzextrahiren vorkommen kann, hier aber sogleich mit erwähnt werden mag, eine nicht unbedeutende Ersparniß an Eisenvitriol oder an anderen das Kochsalz zersetzenden Substanzen; denn alle Chlormetalle, die für sich nicht durch Weißglühhitze zersetzbar sind, wie die der Alkalimetalle, also auch des Chlornatriums, werden zersetzt, sobald Wasserdampf hinzutritt, indem sich nämlich der Sauerstoff desselben mit dem Natrium des Kochsalzes zu Natron, das von der Kieselerde sofort aufgenommen wird, vereinigt und der Wasserstoff des Wassers in Verbindung mit dem Chlor der Chlormetalle (des Chlornatriums) als salzsaures Gas entweicht und hierbei wirkt, wie wir oben gesehen haben.

Es könnte zwar den Anschein gewinnen, daß ein besonderes continuirliches Einleiten von Wasserdämpfen in die Röstmasse unnöthig wäre, da Wasser durch die Zersetzung der Salzsäure immer wieder hervorgebracht wird, und dieses wieder zur Salzsäurebildung

dienen kann, zumal da bei Anwendung eines Flammenfeuers das Brennmaterial bei ſeiner Verbrennung hinlängliches Waſſer zum Anfange der Salzſäureerzeugung liefert; jedoch geht der größte Theil der gebildeten Salzſäure unzerſetzt fort und ſo würde es bald an Waſſer zur Salzſäurebildung fehlen.

Aber auch zum Todtröſten oder zur letzteren Zeit des Vorröſtens gewährt die Anwendung von Waſſerdämpfen unter Luftzutritt eine vollkommnere Oxydation; denn jeder beobachtende Röſter weiß recht gut, daß man die durch etwas zu ſtarkes Steinkohlenfeuer zuſammengeröſteten Erze durch Anwendung von Scheitholz beim Gutröſten wieder locker bringt und dieſes rührt nur von dem Verbrennungsproducte des Holzes, dem gasförmigen Waſſerdampfe her, indem derſelbe in der Berührung mit den das Zuſammenbacken verurſachenden halb erweichten, noch nicht vollſtändig zerſetzten Schwefelmetallen Schwefelwaſſerſtoffgas, das aber an der Luft zu ſchwefliger Säure verbrennt, entwickelt und Metalloxyd zurückläßt.

Zur vollkommneren Ueberſicht der Theorie des Extractionsröſtproceſſes mag noch folgende Tabelle dienen:

Bestandtheile des Spurſteins.	Vorröſten.		Todtröſten.		Gutröſten.	
	Flüchtige Verbdgn.	Nach und nach entſtehende, nicht flüchtige Verbindungen.	Flüchtige Verbdgn.	Zurückbleibende Verbindungen.	Flüchtige Verbindungen.	Zurückbleibende Verbindungen.
—	—	— —	—	—	Cl, HCl, NaCl	Na S, Na Cl
Cu	S	Cu, Cu, Cu S, Cu^{3}S	S, S	Cu, Cu^{3}S	Cu Cl in ſehr geringer Menge	Cu, Cu Cl, Cu Cl
Fe	S	Fe, Fe S, Fe, Fe S, Fe^{3}S	S, S	Fe, Fe^{3}S	Fe Cl^3	Fe, Fe Cl^3, Fe Cl
Mn	S	Mn, Mn S, Mn	S, S	Mn, Mn S	Mn Cl	Mn, Mn Cl
Ag	—	Ag	S	Ag S, Ag	S Cl	Ag Cl
Pb		Pb, Pb S, Pb	S	Pb, Pb S, Pb	Pb Cl, S Cl	Pb, Pb S, Pb Cl
Zn	S	Zn, Zn S, Zn	S, S	Zn^{3}S, Zn	Zn Cl, S Cl	Zn, Zn Cl
Sb	S	Sb, Sb	Sb	Sb, Sb	Sb Cl^3, S Cl	Sb, Sb Cl^3
Co / Ni As	As	Co / Ni As, Co / Ni As	As	Co / Ni As, Co / Ni As	As Cl^3	Co, Ni, Co / Ni As, Co / Ni Cl

Schlußfolgerungen aus der Theorie.

Aus der ganzen nun näher auseinandergeſetzten Theorie geht hervor, daß Kupferſteine, welche bei einer ſorgfältigen Röſtung eine vollkommene ſchwefelſaure Silberoxydbildung geſtatten, alſo frei von leichtflüſſigen und daher ſich ſchwer aufſchließenden Antimon-, Arſen- und Bleiverbindungen ſind, nur einer Berührung mit Chlordämpfen, alſo auch nur eines ſehr kurzen Garröſtens zur Chlorſilberbildung bedürfen, daß dagegen ſchweraufſchließbare Verbindungen, wie alle antimon-, arſen- und bleihaltigen Producte, zur Chlorſilberbildung Chloride, vorzüglich Kupferchloride oder Chlorwaſſerſtoffſäure erfordern. Wollte man, um dieſen Zweck zu erreichen, das Todtröſten nicht ſo weit vorſchreiten laſſen, daß alle ſchwefelſauren Salze vollſtändig zerſtört, oder wenigſtens in baſiſche, in Waſſer unlösliche Salze verwandelt würden, da ja hauptſächlich aus den ſchwefelſauren Metalloxyden die Chlorüre und daraus wieder in Berührung mit der Luft die Chloride gebildet werden, ſo würde man zwar arme Rückſtände, aber ein mit Blei, Zink, Nickel und vielen baſiſchen Salzen verunreinigtes Cementſilber erhalten, das Laugen dadurch ſehr erſchweren und vertheuern und zu bedeutenden Kupferverluſten in Folge der (ſogleich an der carmoiſinrothen Färbung der Flamme, ſo wie an dem ſehr auffallenden und ſich über und über ſogleich entwickelnden Chlordämpfen erkennbaren) Verflüchtigung von Kupferchlorid während des Garröſtens Veranlaſſung geben. Deshalb ſieht man ſich in genanntem Falle genöthigt, das Todtröſten noch weiter als bei einem reinen Kupferſteine erfolgen zu laſſen, dafür aber auch das Garröſten bei einem viel ſtärkeren und länger anhaltenden Feuer und, in Berückſichtigung der Verflüchtigung von Kochſalz, auch mit mehr Kochſalz (3 %), alſo die Zerſetzung des Kochſalzes zum größten Theile durch eine ſehr hohe Temperatur zu bewirken. Denn nur bei einer ſehr hohen Röſthitze vermag das etwa aus dem Silbervitriol ſchon entſtandene metalliſche Silber das Kochſalz zu zerſetzen und ſich in Chlorſilber umzuwandeln.

Zweites Capitel.

Laugen.

A. Einrichtung und Aufſtellung ſämmtlicher Apparate.

Kein hüttenmänniſcher Proceß verlangt eine ſo große Sorgfalt und Vorſicht ſowohl in der Herſtellung als auch Aufſtellung der Apparate, als gerade der Extractionsproceß, wo man es mit ſilber- und kupferreicher Lauge zu thun hat, wo eine Unterbrechung ſehr nachtheilig wirkt und einige verloren gegangene Tropfen ſchon einen merklichen Verluſt verurſachen können. Daher iſt es Hauptregel, alle Zwiſchenapparate ſo viel als möglich zu vermeiden und alle Gefäße ſo zu ſtellen und mit ſolchen Vorſichtsmaßregeln, z. B. mit hölzernen, gerieften, über die darunter befindlichen Gerinne oder Gefäße etwas übergreifenden Böden zu verſehen, daß bei einem Ueberlaufen oder Undichtwerden eines oder des andern Gefäßes die Flüſſigkeit jedesmal von dem darunter befindlichen Gefäße oder Gerinne aufgefangen wird. Außerdem iſt aber auch der ganze Fußboden mit Asphalt zu belegen, worin kleine Vertiefungen zur Anſammlung der Lauge anzubringen ſind.

Die Anordnung in der Aufſtellung der Gefäße iſt, wie die Natur des Proceſſes es vorſchreibt, terraſſenförmig, ſo daß die Lauge von einem Gefäße in ein anderes darunter befindliches fällt, bis ſie ſich in dem im unterſten Raume der Lauganſtalt vorhandenen Baſſin, dem Pumpenbaſſin, vereinigt, um zur wiederholten Benutzung in das oberſte Laugbaſſin gehoben zu werden. Daß man daher die ganze Anlage möglichſt gern an einem Bergabhange anzubringen ſucht, iſt erſichtlich.

Laugreſervoir. Das Laugreſervoir, als das den höchſten Punkt des geſammten Laugapparates einnehmende Behältniß, iſt entweder aus Holz oder aus Kupferblechen oder aus Blei hergeſtellt und durch einen oder zwei Scheider, die eine durch einen Pfropf verſchließbare

Oeffnung in der Mitte enthalten, also eine Communication der Lauge zulassen, in zwei oder drei Abtheilungen getheilt, damit, wenn ein Theil des Bassins gereinigt oder reparirt werden muß, das Laugen nicht unterbrochen zu werden braucht. Deshalb sind auch in jeder Abtheilung nahe am Boden Hähne angebracht.

Das Holz dazu, sowie zu allen anderen Gefäßen besteht meistens aus 2″ bis 3″ starken kiefernen, gutgedarrten Pfosten, muß vollkommen dicht, splintfrei, mit reiner Kochsalzlauge vor der Verarbeitung präparirt sein und aufs Sorgfältigste zusammengefügt werden. Ein aus Kupferblech construirtes Reservoir pflegt man zum Schutze gegen die das Kupfer nach und nach angreifende Lauge im Innern mit stark eingedicktem Firniß oder flüssigem Asphalt (Goudron) zu überziehen. Ein aus Blei hergestelltes Behältniß muß ebenfalls mit Asphaltmasse im Innern überzogen werden, da das der Lauge ausgesetzte Blei leicht in Chlorblei verwandelt und als solches von derselben aufgelöst wird.

Die Dimensionen dieses Laugreservoirs bestimmt nur die Möglichkeit in der praktischen Ausführung, da es zur Ansammlung der Lauge dient, das Niveau derselben aber nicht constant bleibt und folglich mit der Größe auch seine Zweckmäßigkeit wächst. Ein Cubikinhalt von 500 Cubikfuß ist aber bei 10 Laugfässern vollkommen ausreichend.

Aus diesem Hauptreservoir wird nach Bedürfniß das unmittelbar darunter befindliche, nur 200 bis 300 Cubikfuß enthaltende, im Uebrigen aber wie das Hauptreservoir, auch mit denselben Vorsichtsmaßregeln eingerichtete Bassin zur Sättigung und Erwärmung der Lauge gespeist. Die Erwärmung erfolgt entweder durch Wasserdampf, der im Schlangenrohr durch das Bassin geführt wird, oder wenn es aus Kupferblech construirt ist, mittelst Rost- und Circulationsfeuer. In letzterem Falle muß aber die Pfanne unmittelbar über dem Roste, wo die stärkste Hitze entwickelt wird, auf einer dünnen Thonplatte oder einer mit Lehm gut überzogenen Eisenplatte ruhen, außerdem aber auch öfters mit stark eingedicktem Firniß zur

b) Sättigungsbassin.

vollkommenen und leichten Ablöſung des ſich bildenden Pfannenſteins ſowie zur Erhaltung derſelben überſtrichen werden. In dieſer Pfanne iſt ſtets auf einen Ueberſchuß von Kochſalz zu halten, welches aber nicht unmittelbar auf den Boden derſelben geſchüttet werden darf, ſondern der vollkommneren und ſchnelleren Sättigung wegen auf eine durch einen Reifen in 3 Zoll Entfernung vom Boden ausgeſpannte Leinwand oder auf irgend eine andere vom Boden etwas abſtehende, und ſo von unten ebenfalls mit der Lauge in Berührung kommende Filtrirvorrichtung. Durch die am Boden jeder Abtheilung beſonders angebrachten hölzernen Hähne leitet man die Lauge von da in ein über den Laugbottichen liegendes Gerinne (oder eine Röhre) und vertheilt ſie ebenfalls mittelſt Hähne in jedes einzelne Laugfaß.

c) Laugfäſſer. Die Laugfäſſer (Auslaugbottiche), in denen die Auflöſung des im Steine enthaltenen Chlorſilbers ſtattfindet, haben die Form eines umgekehrten, abgeſtumpften Kegels, deſſen unterer Durchmeſſer nicht viel kleiner als der obere iſt. Dieſe Bottiche haben das Meiſte auszuhalten und ſind daher am ſorgfältigſten zu conſtruiren, weshalb man auch wohl ihren Boden eindreht und darunter zur Schonung der Zargen noch einen zweiten blinden Boden anbringt. Ihre Dimenſionen richten ſich nach der Möglichkeit ihres vollkommen dichten Herſtellens und bequemen Transportirens; die Centnerzahl des Einſatzes dagegen könnte bis 30 und darüber ſteigen. Für die in der Zeichnung angegebene Geſammteinrichtung ſind die daſelbſt befindlichen Maße der Laugbottiche ausreichend, ebenſo ihre Anzahl (12), wovon aber für gewöhnlich nur 10 im Gange ſind und die übrigen nur zur Reſerve, ſei es nun zum Ausbeſſern oder zum Entleeren oder zum Füllen, dienen. Zum Transportiren ſtehen dieſe Bottiche entweder auf mit vier Rädern verſehenen Hunden oder werden mittelſt eines Krahnes auf einen Eiſenbahnhund zum weiteren Transport gebracht.

d) Filtrirvorrichtung. Die Filtrirvorrichtung, die in dieſen Bottichen angebracht iſt, und in ſämmtlichen Fällgefäßen dieſelbe bleibt, beſteht in einem hölzernen, unten etwas ausgeſchweiften Kreuze, welches un-

mittelbar auf den Boden gelegt wird, ferner in einer hölzernen, durchlöcherten und ziemlich genau in den Bottich eingepaßten, auf dem Kreuze auffitzenden Scheibe, endlich in einem mit Leinwand überzogenen, runden Korbgeflecht und einem ringsdarum gelegten, einen vollkommenen Abschluß bewirkenden Wergzopfe, oder auch in auf der hölzernen Scheibe gleichförmig ausgebreitetem Birkenreisig oder Stroh ꝛc. und in einem mittelst eines scharf anschließenden und noch mit Werg verstopften Birkenreifens angespannten Leinwandboden. — Der zwischen den beiden Böden seitwärts eingetriebene hölzerne Hahn ist in den eigentlichen Boden des Bottichs um seine Wandstärke eingelassen, so daß die durchfiltrirte Flüssigkeit vollkommen aus dem Bottiche in ein vor sämmtliche 12 Bottiche gelegtes, aus einem ganzen Stamme gehauenes Gerinne abfließen kann, um von hier durch eine daran stoßende Röhre oder unmittelbar in einen Klärkasten und von da auf die Fällgefäße geleitet zu werden. Vortheilhafter erscheint es aber, die zuerst abfließende reichste Lauge von der armen zu trennen; alsdann wendet man zwei verschieden lange Hähne an oder es ist der Hahn in seiner Längenare ganz durchbohrt und reicht mit seinem etwas gekrümmten Ende in ein zweites dicht an das erste anliegendes Silbergerinne, während das Spundloch mitten über dem ersten Gerinne steht; den gerade durchbohrten Spund selbst wechselt man aber nach Bedürfniß mit einem ebenfalls genau ins Spundloch passenden unter einem rechten Winkel durchbohrten aus. Denn nur dadurch kann ein Verspritzen der Lauge in Folge des bei Anwendung von Gerinnchen ꝛc. entstehenden hohen Falls vermieden werden.

Zur Abklärvorrichtung dient entweder ein in zwei Abtheilungen getheilter Kasten, und die Lauge tritt dann durch einen unten in der die Abtheilung bildenden Scheidewand angebrachten Schlitz in die andere Abtheilung, oder man wendet einen Bottich an, in dessen Mitte eine unten zum Theil ausgehöhlte, durch die Filtrirvorrichtung durchgesteckte Röhre steht, so daß die Lauge nach ihrem Durchgange durch die Röhre noch von unten durch das Filter dringen, oben abfließen und sich dabei vollkommen abklären muß. a) Abklärgefäß.

Außerdem dienen dieſe Abklärgefäße zur Regulirung der Lauge, welche beim Anlaſſen des Gefäßes ſchneller durch den noch heißen Stein filtrirt, als ſpäter, wenn dieſer kalt geworden iſt.

f) Silber- und Kupferfällgefäße.

Die Silber- und Kupferfällgefäße unterſcheiden ſich im Allgemeinen von den Laugbottichen nur durch eine geringere Höhe und dadurch, daß eine Schicht von Cementkupfer oder Eiſen auf dem Filter liegt. Ihre Anzahl richtet ſich nach der Metalloberfläche und der Stärke der Metallſchicht, die der ſilber- oder kupferreichen Lauge dargeboten wird und 4 in jeder oberſten ſo wie 3 in der nächſt unteren Reihe ſind bei den Dimenſionen, wie ſie die Zeichnung angiebt, ſowohl für die Silber- als auch Kupfergefälle bei einer 6 Zoll hohen Schicht feſt eingedrückten, vollkommen rein vom Schlamm gewaſchenen Cementkupfers und bei einer 8 Zoll hohen Eiſenlage der Kupferfällgefäße hinreichend. Den Schluß bildet ein längs der letzten drei Kupferfällgefäße aufgeſtellter, mit Eiſenſtücken ebenfalls angefüllter und im oberen Theile mit einem Hahne verſehener Kaſten, von welchem die Lauge in die Pumpenbaſſins geleitet wird.

g) Pumpenbaſſin.

Die Pumpenbaſſins beſtehen entweder aus mit Asphalt überzogenen Ziegelciſternen oder, da der Asphalt leicht ſich von den Wandungen ablöſt und dann Lauge fallen läßt, aus hölzernen Käſten, die in dergleichen Ciſternen eingeſetzt ſind und hinter welche man eine unter Erwärmung gut umgerührte Maſſe von Theer, Ziegelmehl und gebranntem Kalke oder Gypſe gegoſſen hat, ſo daß ein Durchgehen der Lauge auch bei einem weniger gut gearbeiteten Käſten nicht mehr möglich iſt.

h) Laugenhebungsmaſchine.

Was nun die Laugenhebungsmaſchinen anbelangt, ſo ſind einfache Druckpumpen mit hölzernem oder kupfernem Kolbenrohr und Brahmakolben den Saugpumpen, bei welchen durch Leder oder Gutta-Percha die Ablieferung erfolgt, daher dieſelbe in der Lauge leicht undicht wird, vorzuziehen, zumal wenn ſie durch Maſchinenkraft in Bewegung geſetzt werden. Wendet man aber wegen der geringeren Anlagskoſten und Umtriebskraft Saugpumpen an, ſo müſſen

sie mit einem Schwengel nebst einem 60 bis 80 Pfund schweren Schwungklotze versehen, das Kolbenrohr aus Kupfer oder aus neun Theilen Kupfer und einem Theil Zinn hergestellt und der Kolben selbst, wie bei sauren fressenden Wassern, nach schwedischer Art mit einem langen Kolbenkörper construirt sein.

Zur ausübenden Kraft ist Dampfkraft für alle Fälle am zweckmäßigsten, nicht nur weil man dann an Umstände weniger gebunden, sondern auch zugleich im Stande ist, die Lauge zu erwärmen, kochendes Wasser zum Aussüßen jederzeit über die Laugfässer steigen, den ganzen Extractionsraum hinreichend erwärmen zu lassen und durch Condensation des Dampfes Lauge zu heben.

i) Entsalzungsapparat.

Außer diesen Apparaten ist noch des Entsalzungsapparates Erwähnung zu thun, der in drei 10 Cubikfuß enthaltenden, etwas über dem Niveau der Laugbottichöffnungen angebrachten und zu erwärmenden Bleibassins, aus zwei Bottichen mit Handpumpen, die in die ersteren Bleibassins ausgießen, sowie aus einem nach dem Pumpenbassin oder vorher nach einem mit Eisen gefüllten Fasse hinführenden Gerinne besteht.

k) Ausstürzvorrichtung und Ausstürzbühne.

Ferner findet man noch in der Zeichnung eine in der Praxis aber seltner ausgeführt gefundene Ausstürzvorrichtung, weshalb auch die Laugfässer in einem eisernen mit zwei wenig über dem Schwerpunkte angebrachten Axen versehenen Zaum stehen; so wie die Ausstürzbühne, die eine Neigung von 6° hat und mit einem Gerinne zum Auffangen des zum Aussüßen wieder zu benutzenden Wassers versehen ist.

l) Erwärmungsofen.

Der Laugraum ist endlich noch durch einen Lufterwärmungsapparat immer auf einer Temperatur von 20° R. zu erhalten, um die Ausscheidung des Glaubersalzes und der basischen Salze zu vermeiden. Vortheilhaft geschieht aber die Erwärmung sogleich mit durch die Kesselheizung.

m) Krystallisationskeller.

Unterhalb des Laugraums findet man noch die Gefäße zum Auskrystallisiren des Glaubersalzes nebst Bassins, aus welchen die

vom Glaubersalze gereinigte Lauge wieder in das Laugreservoir zurückgebracht wird.

B. Manipulation.

a) Füllen. Das bis zu 200° — 250° C. abgekühlte, gutgeröstete Mehl bringt man, um jedes Verstäuben zu vermeiden, behutsam unmittelbar auf das vorher mit Kochsalzlauge stark befeuchtete Leinwandfilter des Laugbottichs und füllt den letzteren nur so weit an, daß ein nicht kleiner, wenigstens 18 Zoll hoher Raum frei bleibt und der Bottich höchstens 2 Röstposten = gegen 8 Ctr. enthält. Unmittelbar auf das Mehl legt man zur gleichförmigen Vertheilung der nachher darauf zu schlagenden Lauge einen durchlöcherten Deckel, bei unreinem Steine aber auch zur vollkommenen Sättigung der Lauge eine Kochsalzschicht, oder vertheilt das Kochsalz (1 bis 3%) unter den Stein, stößt dann vom Einsatzraume den Hund mit dem gefüllten Fasse auf der Eisenbahn hin in den Laugungsraum und daselbst mittelst des unter dem Bottiche befindlichen, vierrädrigen eisernen

b) Laugen. Hundes unter das Laugvertheilungsgerinne, so daß die nun vorsichtig auf das heiße Mehl geschlagene Salzlauge, welche durch das im Sättigungsbassin stets im Ueberschuß gehaltene Kochsalz vollkommen gesättigt worden ist, die Mitte des Deckels trifft. Mit Heftigkeit wird die Lauge sogleich vom Mehle angezogen, und bald treten durch den bisher offen gelassenen Hahn heiße Wasserdämpfe heraus; vermindern sich aber die letzteren, so dreht man den Hahn $1/4$ — $1/2$ Stunde lang zu, damit sich das Chlorsilber in der durch den Stein sehr heiß gewordenen Salzlauge gleichförmig auflösen kann, der leere Raum aber zwischen dem Boden und dem Filter mit Silberlauge ausgefüllt wird und dieselbe nach dem Oeffnen des Hahnes aus dem $1/2$ Zoll weiten Spundloche voll ausfließt. Wollte man den Hahn von allem Anfange an, bis das Letztere erlangt würde, immer geschlossen halten, so würden die Wasserdämpfe nach oben treten,

und das schnelle Durchdringen des Mehles mit Lauge etwas verhindern, dagegen kann man aber alsdann von einer gleichmäßigen Auslaugung des Steins überzeugt sein. Wollte man dagegen den Hahn immer offen halten, so würde die Silberlauge durch die mitaustretenden Wasserdämpfe in einzelnen Tropfen fortgeschleudert werden, ungerechnet, daß dadurch die Ausscheidung von basischen, das Filter verschlemmenden Salzen befördert und die Entsilberung an nicht allen Punkten gleich hervorgebracht zu werden scheint. Zur vollkommneren Filtration (vorzüglich in den Fällgefäßen) wendet man Salzsäure an, die man in die über dem heißen Steine stehende Lauge vor dem gänzlichen Durchziehen der ganzen Masse gießt, jedoch vermeidet man sie, sobald man eine Laugpfanne von Metall besitzt, und deshalb ist lieber die metallne Pfanne gar nicht anzuwenden. Die anfangs meistens mit kaum wahrnehmbarer hellgrüner Farbe, alsdann ganz klar und wasserhell abfließende Lauge wird in dem Maße, als sie durchfiltrirt und durch den Hahn in das zu den reichsten Fällgefäßen führende Gerinne läuft, von oben durch neuen Zufluß ersetzt, so daß stets ein Laugenstand, welcher die gleichmäßige Auslaugung wesentlich begünstigt, über dem Mehle steht. Erfolgt die Filtration zu schwach, so deutet dies auf ein unvollkommnes Rösten. Legt sich aber ein weißes, an der Luft nach und nach grün werdendes Salz an der innern Mündung der Hähne an, so deutet dies ebenfalls auf ein nicht hinlängliches Todtrösten. Belegt sich ein wenigstens 10 Minuten unter den Laugstrahl gehaltenes, mit verdünnter Salzsäure vorher reingewaschenes Kupferblech nicht mehr mit einer weißlichgrauen, wenn auch höchst dünnen Schicht, so ist die Auslaugung beendet, was gewöhnlich in 12 bis 16 Stunden erfolgt und wozu in der Regel 220 bis 260 Cubikfuß Lauge erforderlich sind. Alsdann schließt man den Laugezufluß von oben vollkommen ab, läßt die noch darin befindliche Lauge rein ablaufen, stößt den Hund zu dem Entsalzungsapparate und läßt im Anfange der Extraction aus dem ersten Bassin desselben 8 Cubikfuß heißes Wasser auf den zu entsalzenden Rückstand laufen; die davon erhaltene, wenig ge- c) Entsalzen.

sättigte, in einen Bottich abgelassene Lauge hebt man mittelst einer Pumpe zurück in dasselbe Bassin und benutzt sie zum Aussüßen des darauf folgenden Laugbottichs, bis sie soweit gesättigt ist, daß sie zur Hauptlauge geleitet werden kann. Später aber bei einem einmal eingeleiteten Betriebe süßt man die Rückstände zuerst mit 8 Cubikfuß halbgesättigter, im ersten Bassin aufbewahrter Lauge aus, und die dabei erhaltene Lauge geht nach ihrer Reinigung zur Entsilberungslauge; alsdann setzt man das Aussüßen mit 8 Cubikfuß sehr schwacher, im zweiten Bassin befindlicher Lauge fort, und die dabei gewonnene Lauge pumpt man ins erste Bassin zum erstmaligen Aussüßen; endlich aber entzieht man noch durch gleiche Mengen reinen Wassers aus dem dritten Bassin dem Rückstande die letzten Antheile von Kochsalz und die dabei fallende höchst schwache Lauge bringt man ins zweite Bassin zum zweiten Aussüßen.

d) Präcipitation der Metalle. — Silberpräcipitation.

Das Niederschlagen des Silbers aus der concentrirten, bei einem guten Gange wasserhellen Salzlauge erfolgt am vortheilhaftesten durch frisches, stets unter Wasser aufbewahrtes, vollkommen von Eisenoxyd und Schlamm befreites Cementkupfer, welches in die Fällgefäße der ersten und zweiten Reihe unmittelbar auf das Filter bis auf eine Stärke von 8 bis 16 Zoll, je nach der Höhe der Präcipitationsgefäße, gebracht und mit der Hand lagenweise fest zusammengedrückt wird, ja sogar, wenn es nur ganz frei von allem Schlamm ist, zusammengestampft werden kann, ohne daß der Filtration Abbruch gethan wird. Für den ersten Anfang bereitet man sich dieses Cementkupfer am leichtesten dadurch, daß man reinen Kupfervitriol in einem Kessel auflöst, die Lösung ins Kochen bringt, einen mit Kupfervitriol gefüllten Leinwandsack hineinhängt und dann schmiedeeiserne Stäbe hineinstellt; von Zeit zu Zeit zieht man die Eisenstäbe heraus, streift das daran hängende feinzertheilte Cementkupfer in einen Bottich, der verdünnte Schwefelsäure enthält, und wäscht alsdann mit Wasser gut aus, oder man drückt das mit verdünnter Schwefelsäure behandelte Cementkupfer fest zusammen zu Ballen und stampft diese in

einen kleinen Bottich mit Filtrirvorrichtung, während man die hierbei zum Vorschein kommende Eisenvitriollauge oben abschöpft und abgießt; alsdann schlägt man Wasser zum Ausſüßen und zum Schutze vor der Oxydation darauf. Jedoch kann man sich auch feiner, mit Salzsäure vorher stark befeuchteter Kupfergranalien oder Kupferblechabschnitzeln bedienen, wiewohl dadurch die Vollkommenheit der Präcipitation, die man durch Cementkupfer erlangt, nicht erreicht wird, und da das Cementkupfer bei einem currenten Gange bei der Extraction im Uebermaße fällt, so ist seine Verwendung mit gar keinem Aufwande als dem des weiter unten zu erwähnenden Auswaschens verknüpft. Aber trotz der sorgfältigsten Reinigung bleiben doch immer am Cementkupfer Eisentheilchen hängen, und deshalb bringt man dasselbe gern zuerst in die Gefäße der zweiten Reihe und von da nach Bedürfniß erst in die obere Reihe, damit das in der von den oberen Bottichen abfließenden Lauge enthaltene Chlorkupfer das Eisen auflöst und Cementkupfer gebildet, also ganz eisenfreies Cementkupfer zum Niederschlagen des Silbers gewonnen wird.

Ehe man die Lauge in das obere Präcipitationsgefäß schlägt, wobei man das Cementkupfer durch einen unter den Laugstrahl gelegten fein durchlöcherten Deckel vor dem Ausgraben schützen muß, bringt man kurz vorher so viel reines Wasser darauf, daß es einen Zoll über dem Cementkupfer steht, und gießt dann gleichmäßig concentrirte Schwefelsäure hinein, so daß nicht nur das Cementkupfer erwärmt und gereinigt, sondern auch der zum Niederschlage des Silbers unbedingt nöthige galvanische Proceß für den ersten Anfang eingeleitet wird. In derselben Absicht läßt man das so gebildete schwefelsaure Wasser in das darunter stehende, ebenfalls mit Cementkupfer versehene Gefäß ab und hierin so lange stehen, bis das obere Gefäß voll Silberlauge gelaufen ist. Dieses alsdann in einen besonderen Bottich abzulassende schwefelsaure Wasser benutzt man zuletzt noch zum Reinigen des zum Fällen des Kupfers bestimmten Eisens vom Roste.

Das Silber, welches ſich nun aus der Lauge auf dem Cementkupfer in filzartig in einander gewachſenen Dendriten niederſchlägt, und mit der Länge der Zeit eine moosartige Beſchaffenheit und Conſiſtenz bekommt, läßt man zu einer Scheibe von ¼ Zoll Stärke anwachſen, worauf man die Lauge aus dem Bottich entfernt, das Ganze mit friſcher Kochſalzlauge und dann mit Waſſer gut ausſüßt und einige Stunden mit ſehr verdünnter Salzſäure, die wenigſtens 1 Zoll hoch das Silber überſpülen muß, bis zum Abheben des Silbers ſtehen läßt. Dieſes Abheben, welches in einzelnen Schichten oder Schalen geſchieht, wird dadurch ſehr erleichtert, daß zwiſchen dem Kupfer und dem Silber eine ſchlüpfrige Schicht von höchſt feinem Kupfer ſich findet, welches in Folge der Auflöſung des Kupfers auf der mit der Silberlauge zuerſt in Berührung kommenden Oberfläche entſteht; kommt man aber etwas zu tief, ſo giebt das Gefühl ebenfalls ſofort den Unterſchied zwiſchen dem Silber und dem Kupfer an die Hand, indem das Kupfer ſich viel rauher anfühlen läßt, als das locker und wollig anfühlbare Silber. Iſt die Silberſchicht aber ſchwächer als ¼ Zoll, ſo nimmt man nur den oberſten Theil weg, läßt ſonach Silber beim Kupfer, um daſſelbe nicht zu ſehr durch Kupfer zu verunreinigen, ſchiebt aber die ſehr ſilberreiche Kupferſchicht mit der Hand zuſammen, bis das Cementkupfer frei von Silber zum Vorſchein kommt, gießt ſehr verdünnte Salzſäure darauf und ſchlägt nach Abzapfung derſelben wiederum Silberlauge ins Gefäß. Nach einiger Zeit hat ſich das Kupfer zwiſchen dem Silber aufgelöſt und das Silber kann mit dem auf dem Cementkupfer befindlichen abgenommen werden. Je dicker die Silberſchicht wird, deſto langſamer erfolgt gewöhnlich die Filtration, obwohl das Cementſilber faſt daſſelbe Volumen als das an ſeiner Stelle aufgelöſte Cementkupfer einnimmt, allerdings aber ſchlammiger und feiner als das Cementkupfer iſt. Jedoch können auch gelbliche Schlämme, welche ſich auf dem Filter oder auf der Oberfläche abgeſetzt haben, das ſchwache Filtriren verurſachen, und dann iſt man genöthigt, Salzſäure, wie ſchon oben erwähnt,

mit etwas Salz beim Einsetzen in die Laugfässer zu bringen, oder sie im heißen, etwas verdünnten Zustande, um die schon vorhandenen, unmittelbar auf dem Filter liegenden Schlämme aufzulösen, in die Silberlauge oder unmittelbar aufs Cementkupfer zu gießen und längere Zeit damit ruhig stehen zu lassen, oder Salz auf einen in der Mitte des Bottichs angebrachten Leinwandboden zu bringen, um die Lauge mit Salz noch mehr anzureichern und die Schlämme in der ganz concentrirten Salzlauge aufzulösen. Daher kommt es auch, daß die Lauge bei Zusatz von Salzsäure (oder Salz) ganz durchsichtig wird und man ganz deutlich das Silber auf dem Boden sehen kann. Die Entstehung dieser Schlämme läßt sich sogleich an dem weißen oder gelblichweißen Schaume, der durch das Niederfallen der Lauge in die Lauge der zunächst darunter stehenden Bottiche hervorgebracht wird, und sofort wieder aus dem Silberbottiche durch Zusatz von Salzsäure entfernt werden muß, erkennen; die Schlämme selbst bestehen aus basischen, bei Berührung mit der Luft und Erkältung der Lauge (weshalb der ganze Raum auch erwärmt werden muß und der Stein nicht zu heiß eingesetzt werden darf) aus der Lauge sich abscheidenden Salzen, wie wir weiter unten in der theoretischen Betrachtung dieses Processes noch sehen werden, und die Schuld ihres Ueberganges in die Lauge trägt, wenn ihr Vorhandensein nicht von einem zu langen Gebrauche der Lauge herrührt, vorzüglich ein unvollkommnes Todtrösten, also eine unvollkommne Zersetzung der schwefelsauren Salze und Bildung von zu vielen Chlorsalzen. Entfernt man diese Salze durch erwähnten Zusatz und durch ein vollkommneres Rösten, vorzüglich durch ein stärkeres Todtrösten nicht sofort, so kann das Silber nicht nur sehr unrein und schlammig werden, sondern sich auch eine Decke von einem weißlichen, an der Luft aber sofort grün werdenden, tafelartig krystallisirenden Salze (Chlorkupfer) über dem Silber ablagern, mit dem Cementkupfer selbst sich fest verkitten, das Niederschlagen des Silbers verhindern und Löcher im Cementkupfer verursachen, durch welche dann die Lauge unzersetzt fortgeht. Diesen letzteren Unfall

bemerkt man ſofort an der von Kupferchlorid herrührenden gelblich grünen dunklen Färbung der vom Silberfällgefäße ablaufenden Lauge, die bei einem guten Gange, d. h. bei einer vollkommenen Zerſetzung der Silberlauge und Verwandlung des Kupferchlorids in Berührung mit dem Cementkupfer in Kupferchlorür ganz weiß und waſſerhell abläuft; ein darunter gehaltenes blankes Kupferblech vergewiſſert den Lauger noch darin, nur darf er ſich nicht täuſchen laſſen von dem ebenfalls ſich weiß ans kalte Kupferblech anlegenden Chlorkupfer, welches ſich auch in den Gerinnen der ſehr heißen, nach und nach aber erkaltenden und dünnen Lauge und bei Vermiſchung mit Waſſer aus der Lauge ebenfalls als Chlorkupfer ausfällt; aus demſelben Grunde muß man auch vor dem Ausſüßen der Rückſtände oder der Fällbottiche mit Waſſer die Lauge jedesmal erſt vollkommen entfernen.

Die durch das Niederſchlagen des Kupfers in die Lauge übergehenden Eiſenſalze, welche wie die Kupferſalze, das Niederſchlagen des Silbers durch Bildung von oben erwähnten Löchern im Cementkupfer verhindern oder wenigſtens das niedergeſchlagene Silber als baſiſche Salze verunreinigen, die Filtration erſchweren und die Niederſchlagungsmittel unnöthiger Weiſe aufzehren, durch einen Zuſatz von aufgelöſter Soda bis zur Neutraliſation der Lauge und durch längere Einwirkung der Luft auf dieſelben zu beſeitigen, iſt bei einer gutgeführten Röſtung vorzüglich nach einem richtigen Todtröſten unnöthig, da die Eiſenſalze ſich dann auf den Rückſtänden als baſiſche Salze ablagern, und die Kupferſalze bei einer hinreichenden Menge Kupferfällgefäße durch das Eiſen vollkommen zerſetzt werden. Intereſſant aber iſt es, daß, wenn man in den Abklärbottich eine Auflöſung von kohlenſaurem Natron ſo lange tropfen läßt, bis die Lauge anfangen will, alkaliſch zu reagiren, man auch das Blei aus der ſilberhaltenden Lauge entfernen kann; Soda in die Sättigungspfanne zu bringen, iſt jedoch zu unterlaſſen, da ſie der Entſilberung des Kupferſteins Eintrag thut.

In den, ebenfalls mit Cementkupfer verſehenen Silberfällge-

fäßen der zweiten Etage findet man bei Anwendung von großen Fällgefäßen in der ersten Etage selten Cementsilber, und dies kann auch nur die Folge von oben auseinandergesetzten Unregelmäßigkeiten oder von einer Nichtbeachtung eines constanten Laugenstandes über dem Cementkupfer sein. Bei Benutzung kleiner transportabler, aber dafür in größerer Anzahl angewendeter Silberfällgefäße zeigt sich daher öfter, ja gewöhnlich, noch Silber in der zweiten Etage; man ist daher der Vorsicht halber genöthigt, noch eine dritte Etage von mit Cementkupfer gefüllten Gefäßen anzubringen und das Silber in der zweiten Etage ebenfalls bis zu einer Stärke von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll zum Abheben anwachsen zu lassen. Ein Aussüßen dieser Reihe Gefäße erfolgt vor dem Abheben nicht, sondern man bringt das Gefäß nach dem Entfernen des Silbers sogleich in die erste Etage zum Niederschlagen des Silbers und läßt es hier stehen, bis die Cementkupferschicht bis auf 2 Zoll verzehrt ist. Stehen dem Lauger keine Gefäße von der zweiten Reihe zu Gebote, so bringt er in das Gefäß der ersten Reihe zu unterst auf das Filter frisches Cementkupfer, breitet das vorher aus demselben Gefäße herausgenommene, mit Silber sehr angereicherte, auch gewöhnlich etwas schlammige Cementkupfer darüber aus und schlägt die reiche Silberlauge darauf. Die Gefäße der zweiten Reihe werden eben so durch die der dritten ergänzt. Bei nicht transportablen größeren Fällgefäßen aber schafft man das Cementkupfer aus der zweiten Etage in die erste, thut aber wohl, da die Cementkupferschicht in den Gefäßen der ersten Reihe alsdann bei guter Röstung und reicher, keinen Schlamm absetzender Lauge bis auf 15 Zoll erhöht werden kann, das Cementkupfer durch den Setzproceß mittelst eines sehr feinen Siebes von allem Schlamme vorher zu befreien. Diesen Schlamm extrahirt man nach einem dreistündigen Gutrösten mit 3% Salz, oder wenn er nur sehr wenig Silber enthält, setzt man ihn zum Kupferraffiniren in Partieen zu. Die Leinwand des Filters reinigt man entweder durch Salzsäure oder durch starkes Bürsten mit Wasser.

Das niedergeschlagene Silber wird unter Wasser in einem

mit einem Filter vorgerichteten Gefäße zerrieben, mit Waſſer längere Zeit ausgeſüßt, ſpäter mit Salzſäure haltigem Waſſer behandelt, zu Batzen geformt und getrocknet; die davon abfließende Lauge läßt man aber über Cementkupfer und Eiſen gehen.

In der Praxis gebraucht man durchſchnittlich zur Niederſchlagung eines Pfundes Silber auch ein Pfund Cementkupfer, während die ſtöchiometriſche Berechnung eine viel geringere Menge angiebt; jedoch findet man immer in der Lauge etwas freie Säure, auch läßt die nicht vollſtändige Reinheit der zu extrahirenden Producte und des Cementkupfers kein anderes Reſultat erwarten.

Eiſen oder Zink, alſo Metalle mit größerer elektrochemiſcher Fähigkeit, anſtatt des Kupfers anzuwenden, iſt von keinem Vortheil, weil man nicht nur unreineres, alſo einem Feinbrennen zu unterwerfendes Silber bekommt, ſondern auch dieſe Metalle ohne weitere Koſten nicht in ſo feinvertheiltem Zuſtande wie das Cementkupfer erhalten kann; außerdem macht Zink ſelbſt nach dem Feinbrennen das Silber, ſobald man ſeine Raffination ohne einen Kupferzuſatz vornimmt, ſehr ſpröde. Das verhältnißmäßig reinſte Silber erhält man noch dadurch, daß man die Eiſenſtäbe ſich erſt mit einer aus einer Kupfervitriollöſung gefüllten dünnen Cementkupferſchicht überziehen läßt und dann zur Fällung des Chlorſilbers anwendet; dadurch erzeugt man einen galvaniſchen Proceß von derſelben Stärke, als wenn man die Silberlöſung durch Eiſen direct zerſetzt.

Präcipitation des Kupfers.

Das Niederſchlagen des Kupfers, welches aus dem Kupferſteine zugleich mit dem Silber ſich auflöſt und des Kupfers, welches durch das Fällen des Silbers in die Lauge übergeführt wird, erfolgt durch altes, roſtfreies, oder durch verdünnte Schwefelſäure und ſtarkes Abbürſten roſtfrei gemachtes Eiſen von beliebiger Form. Am vorzüglichſten eignen ſich allerdings $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll ſtarke Stäbchen von circa 1 Fuß Länge und von Schmiedeeiſen, die man in dem ebenſo wie die Silberfällgefäße mit einem Filter verſehenen Kupferfällbottiche im Kreiſe herum, eines über das andere, nach

oben aber immer dichter zusammen bis zu einer Höhe von ¾ Elle aufbaut; die oberste Schicht läßt man aus ganz eng zusammengelegten Stöckchen bestehen. Drei unter einander folgende Reihen solcher Gefäße sind hier um so nothwendiger, da man sich nur durch ein öfteres (alle 2—3 Tage erfolgendes) Ausräumen der Bottiche vor dem Festwerden des Cementkupfers, das man nur in lockerem, wolligem und weichem Zustande zum Fällen des Silbers anwendet, so wie durch eine große Anzahl der Bottiche vor dem unvollständigen Ausfällen des Kupfers schützen kann. Das zum Niederschlagen des Silbers bestimmte Cementkupfer wird nach dem Aussüßen mit Wasser mit der Hand zerdrückt, um die darin befindlichen Eisentheilchen zu entfernen, dann durch den Setzproceß mittelst eines sehr dichten Haarsiebes von allem Schlamme, der zum Kupferraffiniren verwendet wird, gereinigt und dann zum Silberfällen unter Wasser aufbewahrt; das Reinigungswasser läßt man mit durchs letzte Kupfergefälle gehen. Uebrigens giebt das Cementkupfer einen Maßstab für den Erfolg des Laugproceßes ab; denn je weniger man erhält und je silberärmer es ist, desto richtiger wird die Arbeit geleitet. Sein Silbergehalt darf in der ersten Reihe nicht gern über 1½ Loth, in der mittleren und letzten Reihe jedoch nur 1 Loth betragen.

Bleiprăcipitation.

Blei wird nur nach erfolgter vollkommener Ausfällung des Kupfers, also in den letzten Fällgefäßen, vorzüglich aber leicht aus einer nicht zu concentrirten Lauge durch Eisen dendritenförmig niedergeschlagen, setzt sich jedoch auch zum Theil mit dem Silber oder als Chlorblei mit den anderen basischen Salzen ab. Ist aber das Todtrösten weit genug geführt worden, so hat man vom Blei nicht so viel Unannehmlichkeiten zu befürchten.

Goldpräcipitation.

Gold, welches man bis zur Hälfte aus dem Producte durch die Extraction gewinnen kann, fällt aus seiner Auflösung mit dem Silber durch Kupfer nieder, wie wir noch weiter unten im Anhange sehen werden.

a) Ausschlagen der Rückstände.

Die Rückstände, welche jenach dem geringeren (4 Loth) oder

höheren (10—20 Loth) Silbergehalte des Steins ⅓ bis höchstens 1 Loth im Centner halten, haben eine dunkelschwarze Farbe und lassen sich, wenn das Garrostmehl nicht zu heiß eingesetzt worden, so wie das Todtrösten vollständig von statten gegangen ist, meistens sehr leicht auf die schon oben erwähnte Rückstandsbühne bringen, wo die noch an ihnen adhärirende Lauge abfließt, um dann wiederum zum Aussüßen benutzt zu werden. Auf den Rückständen selbst findet man einen gelben, aus der Lauge im Kochpunkte sich absetzenden Schlamm. Das Leinwandfilter reinigt man aber vom Rückstande jedesmal vollständig, da sich sonst ein schlechtes Filtriren erwarten läßt.

f) Verfahren mit der unreinen Lauge.

Die Lauge, von deren richtigem Concentrationsgrade der Erfolg des Laugens natürlich abhängt, und welche daher stets im Sättigungsbassin mit Kochsalz in Berührung gebracht werden muß, wird natürlich bei einem Durchsetzquantum von 3000 bis 2000 Ctrn., je nach der größeren oder geringeren Vollkommenheit des Rösters, sehr reich an fremden, die Auslaugung und Fällung des Silbers sehr erschwerenden Bestandtheilen, und zeigt dann oft ein specifisches Gewicht von 1,26 anstatt des einer chemisch reinen Kochsalzlösung eigenen specifischen Gewichts von 1,207. Man sieht sich daher genöthigt, sie einer Reinigung im Winter durch Auskrystallisiren des

Glaubersalzgewinnung.

Glaubersalzes zu unterwerfen, und läßt zu diesem Behufe die noch warme Lauge einen Tag in einem der im Laugraum befindlichen Pumpenbassins zum Abklären, d. h. zum Absetzen der basischen Salze, ruhig stehen und bringt sie von da durch Gerinne und Lutten in die im Keller kühl stehenden Krystallisationsfässer. Hier bleibt die Lauge so lange stehen, bis sich keine Krystalle mehr an Rechen und Wandungen, oder auch an den fein hin und her am Rechen gezogenen, das Auskrystallisiren sehr begünstigenden Wergfaden absetzen. Durch die unter den Spünden der Krystallisationsfässer angebrachten Gerinne leitet man hierauf die Lauge in ein Bassin, und hebt sie mittelst einer Pumpe in das Laugreservoir zurück. Ist die Lauge aber sehr kupferhaltig, so läßt man sie längere Zeit in Berührung mit Eisen stehen, da sie außerdem viele

Unregelmäßigkeiten beim Laugen veranlaßt, während die Eisensalze sich auf dem Rückstande absetzen. Ist sie sehr bleihaltig, so verdünnt man sie vorher etwas, da sonst das Blei schwer durch Eisen ausgefällt wird. Sollten sich jedoch nur sehr geringe Mengen Kupfer aus der kupferreichen Lauge auf diese Weise ausfällen, so macht man die Lauge mit Salzsäure sauer, wodurch der galvanische Proceß und somit ein vollkommenes Ausfällen der Metalle hervorgebracht wird.

Das so gewonnene Glaubersalz ist aber sehr eisenhaltig, weshalb man es in einem eisernen Kessel oder Pfanne mit reinem Brunnenwasser auflöst und eine Lauge von 30 Grad Stärke bildet, diese stark aufkocht und dann sehr geringe Mengen Chlorkalk zur theilweisen Oxydirung der Metallsalze hinzufügt. Hierauf schafft man sie in einen Kühlbottich, worin man sie mehrere Tage ruhig stehen und die Eisen- und Mangansalze nebst dem Gipse absetzen läßt, und von da in die Krystallisationsfässer. Die Mutterlauge hiervon dampft man bis zu $^2/_3$ ihres Volumens ein und unterwirft sie wiederum der Krystallisation; die aber hierbei fallende Mutterlauge setzt man der stärksten Winterkälte, gleichsam zum Ausfrieren des Glaubersalzes, welches hierbei sich in dünnen, spießigen Nadeln auskrystallisirt, aus, oder benutzt sie wohl auch zum Auflösen des unreinen Glaubersalzes oder zum Auslaugen, wenn sie nur noch 6% Glaubersalz außer Kochsalz enthält.

C. Theorie.

Auflösung.

Von den in dem gargeröfteten Kupfersteinmehle enthaltenen Metallsalzen sind in der Kochsalzlauge folgende auflöslich:

Chlorsilber (AgCl), Kupferchlorid (CuCl), Kupferchlorür (CuCl), Manganchlorid ($MnCl^3$), Manganchlorür (MnCl), Eisenchlorid ($FeCl^3$), Eisenchlorür (FeCl), Antimonchlorid ($SbCl^3$), Chlorblei (PbCl), Chlorzink (ZnCl), Chlorkobalt (CoCl) und Chlornickel (NiCl), und

zwar findet man von den letztern 11 Chlorverbindungen um so größere Mengen aufgelöst, je unvollkommener das Todtrösten erfolgt und je mehr Salz zum Gutrösten verwendet worden war, aber auch je concentrirter oder je reicher an Chlorwasserstoffsäure die Lauge während des Processes durch Ausfällen der basischen Salze geworden ist. Für die Entsilberung jedoch ist vorzüglich Kupferchlorür und Kupferchlorid, welches letztere man in der Auflösung sogleich an der bräunlich gelben Farbe erkennt, von Vortheil, indem sich in Gegenwart dieser Verbindungen selbst noch im Laugfasse Chlorsilber aus dem etwa noch im Kupfersteinmehle enthaltenen Schwefelsilber oder metallischen Silber bilden kann; denn Kupferchlorid, aufgelöst in einer concentrirten Kochsalzlauge, giebt einen Theil seines Chlors an das Schwefelsilber ab und ändert es unter Abscheidung des Schwefels und der Kupferchlorürbildung in Chlorsilber um ($AgS + 2CuCl = AgCl + S + Cu_2Cl_2$). Das Kupferchlorür aber, welches in der Kochsalzlauge gelöst bleibt, wirkt seinerseits auch auf das noch vorhandene Schwefelsilber und erzeugt ebenfalls Chlorsilber unter Bildung von Unterschwefelkupfer ($AgS + Cu_2Cl_2 = AgCl + Cu_2S$), so daß 100 Theile Schwefelsilber in Berührung mit Kupferchlorid und aufgelösten Salzen nach ihrer gegenseitigen Einwirkung auf einander 146 Theile eines Gemenges von Schwefelkupfer und Chlorsilber liefern, wie Bouſſingault in Ann. Chim. Phys. 51, 350 hinreichend bewiesen hat, indem er in einer Flasche mit eingeriebenem Stöpsel eine starke Auflösung von Kupferchlorid und Kochsalz mit Silberfeilspänen digerirte. Dadurch entfärbte sich nämlich in weniger als 12 Stunden die Flüssigkeit unter Erzeugung von vielem Chlorsilber fast ganz, und nach 5 Tagen war kein Kupferchlorid mehr in der Flüssigkeit, welche nun mit Kaliumeisencyanür einen reichlichen weißen Niederschlag gab, mit ätzenden Alkalien versetzt Kupferoxydul ausfallen ließ und an der Luft sich schnell unter Ablagerung von basischem Kupferchlorid ($Cu Cl + 3\dot{H} + 4\dot{H}$) trübte. Um sich nun davon zu überzeugen, daß das Kupferchlorür in der Kochsalzlauge gelöst ebenfalls auf

Schwefelsilber wirkt, behandelte er Schwefelsilber mit einer Auflösung von Kupferchlorür und Kochsalz in einer gut verschließbaren Flasche und die Chlorsilberbildung war neben der Erzeugung von Halbschwefelkupfer ($\dot{C}u$) [denn nur dieses kann sich bilden, nicht aber einfach Schwefelkupfer ($\dot{C}u$), wie er berechnet] vollkommen von statten gegangen. Behandelt man das Schwefelsilber aber in einem offenen Glase mit dem Kupferchlorür als dicken Brei, so entsteht auf Kosten des Sauerstoffs der Luft vor der Bildung des basischen Kupferchlorids noch wahrscheinlich Kupferoxydulchlorür, welches seinen Sauerstoff an den Schwefel des Schwefelsilbers und an andere noch vorhandene Schwefelmetalle abgiebt; die so gebildete Schwefelsäure zersetzt das Kochsalz, die dadurch frei gewordene Salzsäure verwandelt unter Einwirkung der Luft das Kupferchlorür in Kupferchlorid, und dieses beginnt die Operation von Neuem. — Ebenso kann das bei einem zu weit gegangenen Todtrösten aus dem schwefelsauren Silberoxyde gebildete metallische Silber durch die Einwirkung oben genannter Chlorsalze noch im Laugfasse in Chlorsilber verwandelt werden, wie ja selbst reine Kochsalzlösung bei Luftzutritt Blattsilber oder Silberpulver unter gleichzeitiger Bildung von Natron auf Kosten des Sauerstoffs der Luft, von Salzsäure und Wasserstoffgasentwicklung in Chlorsilber zu verwandeln im Stande ist. Diese Umwandlung würde aber nur oberflächlich erfolgen, wenn nicht das, das metallische Silber einhüllende, Chlorsilber sich immer wieder in dem Kochsalze auflöste und so der Einwirkung desselben stets neue Oberfläche darböte.

Störungen im Filtriren und Präcipitiren.

Begünstigt sonach das Kupferchlorid und Kupferchlorür die Entsilberung, so muß man doch eine zu große Menge vermeiden, weil sich dann aus der Lauge in Berührung mit der Luft in den Gerinnen und Fällbottichen basische Salze, wie wir schon oben gesehen haben, ausscheiden und dadurch zu sehr vielen Unregelmäßigkeiten und Störungen im Filtriren und Fällen des Silbers Veranlassung geben; denn wenn man darauf keine Rücksicht zu nehmen nöthig hätte, dann brauchte man, ohne der Entsilberung

Eintrag zu thun, das Todtröſten gar nicht ſo weit erfolgen zu laſſen und ſomit würde man ſehr viel erſparen, wenn auch nicht an Kochſalz, ſo doch an Brennmaterial und Röſterlöhnen; denn eine Löſung von ſchwefelſaurem Eiſenoxyd giebt ſo ſchon beim Kochen mit metalliſchem Silber ſchwefelſaures Silberoxyd und ſchwefelſaures Eiſenoxydul, aber auch mit Kochſalz, wie das ſchwefelſaure Kupferoxyd, ſchwefelſaure Manganoxydul, ſchwefelſaure Zinkoxyd, unter Bildung von ſchwefelſaurem Natron Chlormetall (Chloreiſen), welches wiederum mit den durch das heiß eingeſetzte Kupferſteinmehl erzeugten Waſſerdämpfen ſich in Eiſenoxydoxydul unter Entwicklung von Waſſerſtoff und Chlorwaſſerſtoffſäure zerſetzt ($3FeCl + 4HO = Fe^3O^4 + 3HCl + H$).

Ebenſo geſtattet nur das Filtriren und das Fällen des Silbers nicht die Zerſtörung der ſchwefelſauren Salze beim Röſten durch einen Zuſatz von Kalk anſtatt durch ein ſtarkes Feuer, weil der ſich bildende Gips ſich im Laugfaſſe in der Lauge auflöſt, aber ſpäter nach erfolgter Abkühlung der Lauge ſich auf dem Cementkupfer feſt auffetzt oder ſich mit dem Cementkupfer verkittet und die Filtration ſo wie das Niederſchlagen des Silbers erſchwert, wo nicht gar verhindert. Träte nicht dieſer Uebelſtand ein, ſo wäre dies ein ſehr billiges Verfahren, um alles Kupfer in den Rückſtänden zu laſſen und reines Silber zu erhalten; denn der Kupfervitriol zerſetzt ſich während des Röſtens mit Kalk in Kupferoxyd und Gips, und auf Kupferoxyd wirkt eine concentrirte Kochſalzlauge gar nicht ein. Allerdings ſcheint in der Praxis durch Kalkzuſchlag der Entſilberung Eintrag gethan zu werden, wenn nicht das Garröſten ſehr verlängert und bei einer höheren Temperatur (als ohne Kalkzuſchlag) vorgenommen wird, wiewohl die Theorie den Grund dazu nicht angiebt, denn das ſchwefelſaure Silberoxyd wird zwar durch überſchüſſigen Kalk in Silberoxyd unter Gipsbildung zerlegt, das Silberoxyd aber wird beim Röſten mit Kochſalz nach und nach in Chlorſilber unter Erzeugung von freiem Natron, ja ſogar durch concentrirte Kochſalzlauge ſchon bei gewöhnlicher Temperatur nach

einiger Zeit in Chlorsilber verwandelt. Somit scheint die Erzeugung von Kupferchlorid zu einer vollständigen Entsilberung nöthig zu sein, dieses kann sich jedoch bei überschüssigem Kalkzuschlag nicht bilden, ja es wird sogar noch in den Laugfässern, wenn man es mit Kalk zusammenbringt, in Kupferoxydhydrat, auf welches concentrirte Kochsalzlösung ebenfalls ohne Wirkung ist, zersetzt.

Ausfällen des Bleies.

Eben des Filtrirens halber darf man zum Ausfällen des Bleies in dem Klärbottiche nicht Chlorkalk und Kalkmilch anwenden, sondern man läßt das in der Lauge enthaltene Chlorblei für gewöhnlich darin, oder fällt es, jedoch nur, wenn es sehr nothwendig ist, mit etwas Soda, die man bis zur Neutralisation der Lauge zusetzt, im Klärbottich aus.

Präcipitiren der Metalle.

Das Niederschlagen des Silbers durch Cementkupfer und das des Kupfers durch Eisen, erfolgt durch die secundäre Wirkung des von der Zersetzung des Wassers herrührenden Wasserstoffgases oder im Allgemeinen durch den galvanischen Strom, und es werden daher diese Metalle immer in Gestalt von Krystallen oder in Dendriten niedergeschlagen, wenn sich kein Wasserstoffgas oder nur sehr wenig dabei entwickelt, die Lösung daher vollkommen oder ziemlich neutral und sonach die wasserzersetzende Kraft des niederschlagenden Metalls in sehr unbedeutendem Maße auftritt; außerdem werden dieselben jederzeit nur in Pulverform und nicht mit allen den charakteristischen Merkmalen der Metalle ausgefällt. Somit tritt hierbei ganz dasselbe Verhältniß ein, als bei Anwendung von galvanischen Batterien zum Niederschlagen der Metalle, wo sich am negativen Pole eine Entbindung von Wasserstoffgas oder eine Neigung zu einer solchen eben so wenig oder nur in sehr geringem Grade wahrnehmen lassen darf, wenn man das Metall in Krystallform oder mit metallischen Eigenschaften niedergeschlagen erhalten will. Zu diesem Zwecke vermindert man die von der Batterie herrührende Intensität und zwar dadurch, daß man das Volumen des positiven Pols gegen das des negativen verringert, beide einander mehr nähert und durchaus keine oder nur höchst wenig

Säure zur Schärfung des Stroms anwendet; dagegen wird man die Metalle stets in Pulverform erhalten, wenn der elektrische Strom wenigstens genügende Kraft besitzt, um Wasser zu zersetzen, so daß sich also am negativen Pole Wasserstoffgas mit Heftigkeit entwickelt, und dies bewirkt man entweder durch Vergrößerung der Elemente der Batterie oder durch Anwendung starker Säuren. Da aber ein pulverförmiger Niederschlag stets sich den Eigenschaften des Schlammes nähert, d. h. die Filtration verhindert, so ersieht man hieraus leicht, daß man jederzeit die Silberlauge so neutral wie möglich zu halten hat, daß man also so sorgfältig wie möglich in der Lauge einen Gehalt an allen sauer reagirenden Substanzen (z. B. Kupferchlorür) und jede Entstehung oder eine nicht unbedingt nothwendige Anwendung von Säuren vermeiden muß, zumal da Chlorsilber nächst dem Jodkalium durch einen Strom von der geringsten Spannung zersetzbar ist.

Zu den das Wasser zersetzenden Metallen gehören auch die für unsern speciellen Fall das Silber und Kupfer niederschlagenden Metalle, Kupfer und Eisen, zumal da Kupfer in Kochsalzlauge eine größere elektropositive Kraft besitzt, als Kupfer im Wasser. Beide Metalle werden daher unter Einwirkung der Kochsalzlösung durch Berührung mit dem Sauerstoff des Wassers positiv, sonach treten sie in einen dem Sauerstoffe entgegengesetzten elektrischen Zustand, ziehen ihn an, und stoßen aber den Wasserstoff ab; da sich nun derselbe mit dem Chlor des Chlorsilbers oder Chlorkupfers zu Chlorwasserstoffsäure verbindet, so wird das Silber oder Kupfer auf der Oberfläche des Cementkupfers oder des Eisens ausgeschieden. Aber durch diese sonach ebenfalls elektrische, gewöhnlich aber chemisch genannte Wirkung hat sich eine einfache galvanische Kette, die aus zwei sich berührenden metallischen Elektromotoren, dem Silber und dem Kupfer, oder dem Kupfer und dem Eisen besteht und durch die Chlorsilber- oder Chlorkupferlösung geschlossen ist, gebildet, und die bekannten zersetzenden Wirkungen der Elektricität nehmen sofort ihren Anfang. Das Chlor der in der Kochsalzlauge aufgelösten Chlormetalle

geht nach dem durch den Contact mit dem niedergeschlagenen Metall noch mehr positiv gewordenen Metall (Kupfer oder Eisen) hin, vereinigt sich damit und macht es auflöslich, indeß das reducirte Metall (Silber oder Kupfer) an dem negativen Metall (dem vorher ausgefällten Silber oder Kupfer), und zwar in der unmittelbaren Berührungsfläche des Silbers mit dem Kupfer, also immer nach unten zu, sich ansetzt; je mehr aber Silber oder Kupfer sich niederschlägt, um so dichter und fester zusammenhängend wird nach und nach die Silberschicht oder die Kupferschicht und desto mehr Eigenschaften eines Metalls nimmt das Silber oder Kupfer an, weil mit der Zunahme an Stärke die Intensität des Stromes geschwächt wird, und es tritt dann derselbe Fall ein, wie bei einer Berührung von Zink mit einer Kupferlösung, wo auch bei der unmittelbaren und nicht zu lange anhaltenden Berührung nur lockeres Kupfer ausgefällt wird; ist aber das Zink mit einer oder mehreren Blasenschichten umgeben, muß sich also das zuerst am Zinke absetzende lockere Kupfer galvanisch durch die Blasenschichten bis in die Kupferlösung fortsetzen, so wird das niedergeschlagene Kupfer mit der Vermehrung der angewandten Blasen, also auch des Widerstands und Verminderung der Intensität des Stromes, fester, ja bei 3 Schichten knospig und zweigig. Wenn man daher das gefällte Silber oder Kupfer nicht oft abhebt, so vertritt die sich nach und nach immer mehr anhäufende Schicht die Blasen und vermindert die Stärke des Stromes, und dieser schlägt dann, wie wir oben gesehen haben, das Metall in einem der metallischen Eigenschaft sich sehr nähernden Zustande nieder, so daß man mit der Länge der Zeit ganze Deckel von Silber vom Kupfer, und ganze Schalen von Kupfer vom Eisen abheben kann. Da man aber vorzüglich Letzteres nicht wünscht, sondern man nur lockeres, wolliges Cementkupfer zum Fällen des Silbers benutzen kann, so ersieht man leicht, daß man nur durch öfteres Abheben dem Uebelstande des festen Zusammenhanges vorbeugen kann.

Da das positive Metall, das zum Fällen des Silbers dienende Schlämmen.

Cementkupfer, aber nie ganz frei von Eiſen erhalten werden kann, ſo findet man gewöhnlich zwiſchen der Silberſchicht und der Kupferſchicht außer dem ſehr feinen, noch nicht vollſtändig aufgelöſten Kupferſchlamme noch Eiſenoxyd und Eiſenoxydhydrat, ja bei einer ſchlechten Röſtung ſogar baſiſch ſchwefelſaures Eiſenoxyd, ſo wie Chlorblei, deſſen Auflöslichkeit außer durch Salzſäure noch durch die Gegenwart von vielem Kupferchlorid bedingt iſt; kommt aber Kupferchlorid mit metalliſchem Kupfer in Berührung, ſo verwandelt es ſich in Kupferchlorür, und das Chlorblei muß als baſiſches Salz niederfallen; aus einer verdünnten Löſung aber wird vorzüglich durch Eiſen metalliſches Blei ausgefällt. Die Umwandlung des Kupferchlorids in Kupferchlorür nimmt man übrigens auch gleich an der Entfärbung der Lauge in dem Silberfällgefäße wahr und man kann daher nach der mehr oder weniger großen Farbloſigkeit der vom Silberbottiche ablaufenden Lauge die Thätigkeit und Wirkſamkeit des Cementkupfers, wie wir früher ſchon geſehen haben, beurtheilen.

Lauge, deren Zuſammenſetzung und Reinigung.

Was die Zuſammenſetzung der Lauge anbelangt, ſo kann ſie natürlich in der Praxis nicht, wie die Theorie angiebt, aus nur 37 Theilen Kochſalz und 100 Theilen Waſſer erfolgen, weil in dem dazu gewöhnlich angewendeten Salze meiſtens noch Chlormagneſium, Chlorcalcium, waſſerhaltiges ſchwefelſaures Natron und Gips enthalten ſind, ſo daß von 100 Theilen Waſſer nicht nur viel mehr Salz, bis zu 42 Theilen, aufgenommen, ſondern auch ſeine Löslichkeit mit der Temperatur erhöht werden kann; jedoch iſt man deshalb noch nicht genöthigt, chemiſch reines Kochſalz anzuwenden, da Chlorcalcium und Chlormagneſium im concentrirten Zuſtande ebenfalls Chlorſilber aufzulöſen vermögen und eine ſpäter erfolgende Verunreinigung mit Glauberſalz nicht zu vermeiden iſt. Dieſes Glauberſalz kryſtalliſirt aber ſchon bei einer noch nicht bis zum Nullpunkt herabgeſunkenen Temperatur aus der Kochſalzlauge aus, indem, wie Balard aufgefunden hat, bei zwei Salzen mit derſelben Säure oder der nämlichen Baſis durch die Gegenwart des einen die Löslichkeit des andern, ſobald keine doppelte Zerlegung ſtatt-

finden kann, vermindert wird. Wie daher das Chlormagnesium die Löslichkeit des Chlornatriums erschwert, weil beide Salze einen und denselben negativen Bestandtheil, das Chlor, enthalten, ebenso wird die Ausscheidung des Glaubersalzes durch das überschüssige Kochsalz begünstigt, oder die Löslichkeit des Glaubersalzes vermindert, da beiden Salzen ein und derselbe Bestandtheil, das Natron und Natrium, zur Basis dient. Da aber wiederum nach Balard bei zwei durch Säure und Basis verschiedenen Salzen, zwischen welchen jedoch eine doppelte Zerlegung möglich ist, die Gegenwart des einen die Löslichkeit des andern befördert, so muß man nach dem Auskrystallisiren des Glaubersalzes die Mutterlauge sehr bald abzapfen, wenn dieselbe reich an Chloreisen oder an Chlormagnesium ist.

Die spießigen, aus der Lauge bei sehr kalter Witterung ausgefrorenen Glaubersalzkrystalle sind nur wasserhaltiger als die bei einer nicht so sehr niedrigen Temperatur auskrystallisirenden dicken Krystalle, und man hat daher dasselbe Verhältniß, als beim Kochsalze, welches, bis -10^{0} erkaltet, in großen breiten Säulen, die 40,11% Wasser enthalten und als vierfach gewässertes Chlornatrium ($NaCl + 4HO$) betrachtet werden können, auskrystallisirt.

Vom Chloreisen wird übrigens die Lauge in den Auslaugfässern durch ihr starkes Aufkochen in Folge des heiß eingesetzten Kupfersteinmehles gereinigt, indem sich dabei in Berührung mit der Luft Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat und basisches Eisenchlorid als gelber Schlamm unter Entwicklung von Salzsäure und Wasserstoffgas ($3FeCl + 4HO = Fe^3O^4 + 3HCl + H$) auf dem Mehle ablagert; wahrscheinlich zersetzen sich aber auch zum Theil Eisenchlorür und schwefelsaures Natron in Gegenwart von überschüssigem Kochsalz und in der Kochhitze, so daß basisch schwefelsaures Eisenoxyd mit ausgeschieden wird. Ebenso wird ein Theil von Chloreisen und Glaubersalz als Pfannenstein in einer mit einer Steinkohlenfeuerung versehenen Sättigungspfanne ausgefällt, indem das Glaubersalz die Eigenschaft besitzt, in einer gesättigten Kochsalzlösung

ſein Waſſer abzugeben und in dieſem Zuſtande mit den andern niederfallenden Körpern, als Eiſenoxyd, baſiſchem Eiſenchlorid, Gips ꝛc., zu einer feſten Kruſte, dem Pfannenſtein, ſich zu vereinigen. Iſt die Lauge ſehr ſauer geworden und fügt man Soda bis zum Neutraliſationspunkt hinzu, ſo wird auch der größte Theil des Chloreiſens zerſetzt und Eiſenoxyd ſchlägt ſich unter Chlornatriumbildung nieder; jedoch darf man mit dem Sodazuſatze nicht darüber hinaus gehen, weil eine alkaliſche Lauge nicht mehr im Stande iſt, Chlorſilber aufzulöſen.

Anwendung anderer das Chlorſilber auflöſender Subſtanzen zur Silberextraction.

Andere Salze, wie z. B. die dithionigſauren (unterſchwefligſauren) Salze anſtatt des Kochſalzes zum Auflöſen des Chlorſilbers anzuwenden, wie Dr. Percy in Swanſea vorgeſchlagen hat, möchte wohl eher ein Haſchen nach etwas Neuem erkennen laſſen, als einen praktiſchen Nutzen gewähren, zumal da die unterſchwefelſaure Kalkerde ($\dot{C}a\ddot{S}$), die er neben Chlorkalk vorgeſchlagen hat, ſchon bei + 60° in ſchwefelſaure Kalkerde und in Schwefel zerſetzt wird und er wahrſcheinlich ſeine Reſultate dem Chlorkalke zu verdanken hat.

Abtheilung III.

Nacharbeiten.

Erstes Capitel.

Ankneten der Rückstände.

A. Vorrichtungen.

Die Rückstände würden, wollte man sie sofort über dem Schachtofen verschmelzen, wegen ihrer Pulverform ein Durchpulvern, d. h. kalte Schichten veranlassen oder nur die Anwendung eines sehr schwachen Windes, daher aber auch nur ein geringes Durchsetzquantum gestatten. Deshalb knetet man den Rückstand mit quarzreichem Thone zusammen und wendet dazu entweder einen circa 4 Ellen langen, 2 Ellen breiten und 2½ Elle hohen, aus starken Pfosten hergestellten Knetkasten, oder ein besonderes Knetwerk an, welches wie ein Stempelpochwerk eingerichtet, nur daß jeder der sechs Stempel mit einem aus hartem Holze meißelartig hergestellten Schuh versehen ist und abwechselnd immer drei Stempel, nämlich der erste, dritte und fünfte, dann der zweite, vierte und sechste angehoben werden. a) Anknetevorrichtung.

Der Trockenapparat, dessen man sich zum Trocknen der Batzen bedient, besteht aus einem über den Röstöfen erbauten und durch die beim Rösten verloren gehende Hitze mittelst Züge bis zu 70° erhitzten Raum (Trockenraum) mit eisernen langen tafelförmigen Horden und einem Darr- oder Trockenofen, welcher b) Trockenapparat.

ebenfalls über der Flugſtaubkammer eines Röſtofens angebracht, im Allgemeinen von drei Ziegelmauern und einem flachen Gewölbe hergeſtellt iſt, einen Raum von 3 Ellen Höhe und 3 Ellen Tiefe und 6 Ellen Weite enthält. Durch die offene Seite gehen bis in den Ofen hinein 4 Eiſenbahnen von den Horden weg, und zwar liegen je zwei übereinander. Blecherne Klappen ſchließen nach Beſetzung des Ofens dieſe vierte offene Seite. Die Erhitzung dieſes Ofens erfolgt ebenfalls durch die aus dem Röſtofen entweichende Wärme, indem die darunter befindliche Flugſtaubkammer mit gußeiſernen Platten abgedeckt iſt und dieſe ſonach die Sohle des Trockenofens bilden.

B. Manipulation.

Die Manipulation des Ankenetens der Rückſtände mit Thon in dem Anknetekaſten erfolgt ganz einfach dadurch, daß man 6 Centner Rückſtände mit 40 bis 60 Pfund Thon ſchichtenweiſe abwechſelnd übereinander ſtürzt, das Ganze mit einer Schaufel ſo lange durchſticht, bis ein inniges Gemenge erlangt iſt; alsdann wird es noch mit bloßen Füßen feſt zuſammengetreten. Vortheilhafter iſt aber zum Mengen des Thons unter die Rückſtände ein Knetwerk, wodurch in ½ bis 1 Stunde, je nachdem die Stempel ſich raſch auf- und nieder bewegen, 6 Centner Rückſtände mit 60 Pfd. Thon zuſammengeknetet werden können.

Die zuſammengeknetete Maſſe wird auf eine aus Pfoſten gebildete Tafel gebracht, hier von Kindern oder alten Arbeitern zu Kugeln oder Batzen von 3 bis 4″ Durchmeſſer geformt, dieſe auf 4 Fuß lange, 6 Zoll breite und ¾ Zoll ſtarke Bretter gelegt und ſo ſammt den Brettern auf die Horde, von da auf die eiſernen Wagengeſtelle und mittelſt der Wagen in den Trockenofen gebracht. Zuletzt hängt man noch die offene Seite des Trockenofens mit den blechernen Fallklappen zu. Nach 6 Stunden werden die Batzen, die nun ganz trocken und feſt geworden ſind, mittelſt der Wagen wieder auf den Eiſenbahnen aus dem Ofen über den Beſchickungsraum des Schachtofens gebracht, worauf der Ofen von Neuem beſetzt wird.

Zweites Capitel.

Verschmelzen der Rückstände auf Schwarzkupfer.

A. Manipulation.

Die scharf getrockneten Rückstandsbatzen werden gewiß mit dem geringsten Metallverlust in einem Schachtofen verschmolzen, wiewohl das Mengen oder Einkneten von Steinkohlenkläre unter die Rückstände und das Bedecken des im Ofen ausgebreiteten Satzes mit Steinkohlen das Verbrennen des Kupfers im Flammenofen sehr vermindert, man ganz ohne Schlackenzusatz schmelzen, also ein bedeutenderes Durchsatzquantum erzielen kann, ein viel reicheres und reineres Schwarzkupfer neben sehr wenig Lech erhält; aber der Heerd des Ofens darf nicht größer als der eines Raffinirofens sein. Ob von den Schachtöfen der Brillenofen vor dem Sumpfofen den Vorzug verdient, darüber entscheiden meistens locale Verhältnisse, und während der Brillenofen den Vorzug besitzt, daß er in Folge der größeren Hitze, des sofortigen Entfernens des Kupfers aus dem Ofen und des stärkeren Durchsetzquantums mehr Kupfer als Lech und zugleich auch kupferreicheres Schwarzkupfer liefert, so fallen doch die Schlacken, vorzüglich die Randschlacken, unreiner aus, als bei einem Sumpfofen, der vorzüglich den Nachtheil hat, daß das Schwarzkupfer leicht, und zwar um so leichter, je reiner es ist, im Sumpfe erstarrt und dann das Stechen verhindert, sobald die Förderung nicht sehr gut ist, oder man zu wenig Lech, der das unter ihm sich befindliche Schwarzkupfer sehr hitzig hält, im Ofen hat. Was die Unterbrechungen des Schmelzganges betrifft, so möchten wohl die des Ausräumens beim Sumpfofen nach jedesmaligem Stechen diejenigen, welche zur Herstellung und Erhaltung der Tiegel des Brillenofens nöthig sind, ziemlich ausgleichen, ganz ungerechnet, daß der Brillenofen einer anhaltenden Aufmerksamkeit von Seiten der Arbeiter bedarf.

Wahl des Ofens.

Beschickung. Zur Beschickung für einen Schachtofen verwendet man gewöhnlich 20 bis 30% kieselreiche Schlacken (z. B. Rohschlacken von quarzreichen Erzen), 1 bis 10% Quarz, 1 bis 5% Bleischlacke (oder Flußspath) auch wohl noch einige Procente Gips, sobald eine nicht hinreichende Menge Lech fällt. Dagegen sind bei einem zu starken Lechfalle und bei einem das Stechen verhindernden Auflegen von erstarrtem Schwarzkupfer auf der Sohle des Ofens Eisengranalien oder kleine Eisensauen von Vortheil, wodurch zugleich das Kupfer in nicht so be-

Ofenführung. deutenden Procenten in den Lech übergeführt wird. Im Allgemeinen muß der Gang sowohl beim Brillenofen als auch beim Sumpfofen so hitzig wie möglich gehalten werden, weshalb auch der Ofen im Sumpfe und Schmelzraume enger und kürzer als bei anderen Arbeiten zugestellt, der Sumpf der Form näher gerückt und sehr viel Wind hineingeschlagen wird. Die Nase muß möglichst kurz, höchstens 4 Zoll lang und nach unten gerichtet sein, wie auch die Form einen bedeutenden Fall von 1½ Zoll auf ihre ganze Länge haben muß. Ein sehr starkes Herausschlagen der Flamme unter der Brust sieht man beim Sumpfofen gern. Die Schlacken, die übrigens von der größten Lauterkeit sein müssen, entfernt man beim Brillenofen durch öfteres Abheben, beim Sumpfofen aber hebt der Arbeiter nur die feste Schlackendecke ab und streicht die anderen im Vorheerde sich befindenden flüssigen Schlacken mit der Schaufel heraus, zieht sodann unter der Brust den Coaks zur Lauterhaltung der Schlacke hervor, wirft aus demselben Grunde noch etwas Torf in den Vorheerd, füllt die durch das Abfließen der Schlacke entstandene Oeffnung wieder mit einer Schaufel Coakslösche und stellt darum einen Damm von Schlackenkläre her.

Ist der Lech so weit im Ofen oder in den Tiegeln heraufgetreten, daß er sich unter der Schlackendecke zeigt, so schreitet man beim Brillenofen zum Verstopfen des einen in den Tiegel führenden Canals und zum Oeffnen des anderen, beim Sumpfofen aber zum Abstechen. Vorher aber wird Schicht aufgegeben und der Wind abgeschützt; hierauf stößt der Schmelzer das vorher auf's Sorgfältigste

abgewärmte Stecheisen ins Stichloch ein und hält es, während ein oder nach Befinden zwei Arbeiter es mit Fäusteln durch starke Schläge eintreiben. Sodann wird die Spille in das Stecheisen gesteckt und letzteres mit einem kleinen Fäustel, welches man auf die Spille aufschlägt, herausgetrieben. Während aber das Schwarzkupfer und der Lech in den Stichheerd abfließen, streicht ein Arbeiter mit einem an einem Steinhaken befestigten Stück Holz auf der flüssigen Masse vorsichtig herum, indem sonst das Schwarzkupfer leicht erstarrt, Krusten bildet und daher im Stichheerde keine vollkommene Trennung des Schwarzkupfers vom Leche stattfinden würde. Ganz läßt man jedoch den Ofen nicht entleeren, sondern so wie der Lech etwas schwächer zu laufen anfängt, wird ein Holzpfropf ins Stichloch eingestoßen, derselbe dann mittelst einer hölzernen Stange (des Stopfholzes) unter Beihülfe von einigen Fäustelschlägen noch mehr eingetrieben und dann noch ein Lehmpfropf darauf gesetzt. Wollte man den ganzen Lech herauslaufen lassen, so würde man nicht nur das Graben oder Einfressen des Schwarzkupfers in die Sohle, welche man eben deshalb mit großem Vortheil aus 9 Theilen feingepochtem und gesiebtem Quarz und 1 Theil kieselreicher, ebenfalls fein vorbereiteter Schlacke anstatt aus schwerem Gestübe herstellt, sehr begünstigen, sondern auch das Auflegen von erstarrtem Schwarzkupfer befördern. Deshalb wendet man auch im Anfange, wo man noch keinen Lech hat, silberleeren Kies an. Läuft aber das Schwarzkupfer beim Abstechen sehr matt und pfockig aus dem Stichloche, so muß sogleich zur Beschickung ungerösteter Kupferlech oder in Ermangelung dessen ebenfalls silberleerer Kies oder kiesiges Kupfererz zugeschlagen werden.

Nach erfolgtem Abstechen oder nach erfolgtem Abheben der letzten Schlackentheile aus dem Tiegel des Brillenofens schreitet man sogleich zum Scheibenreißen, d. h. der Lech und das Schwarzkupfer wird in möglichst dünnen Scheiben aus dem Stichheerde mit der Furkel herausgehoben und dann wie ein Leder auf der Hüttensohle an seinen Ort fortgeschleift. Das unter dem Leche befindliche

Schwarzkupfer giebt ſich ſogleich durch ein viel hitzigeres, weißglühendes Anſehen zu erkennen, und ſobald ſich dieſes zeigt, beſprengt man mittelſt einer Gießkanne oder mittelſt niedriger Störzel die Oberfläche des Schwarzkupfers mit heißem Waſſer. Dieſe Manipulation, durch welche übrigens die Ausſcheidung des Bleies in Perlen in Folge der ſchnellen Erſtarrung ſehr begünſtigt wird, erfolgt aber auch der Vorſicht halber oft mittelſt einer Rinne, die unten mit Oeffnungen verſehen iſt und auf einem Bocke aufruht. Während ein Arbeiter in die Rinne etwa eine Kanne heißes Waſſer nach und nach gießt, bewegt ein anderer dieſelbe ſo, daß ſich das in Geſtalt eines feinen Regens herabfallende Waſſer auf der Oberfläche des Schwarzkupfers vertheilt. Iſt das Waſſer ziemlich verdampft, ſo reinigt man durch Abkehren des Waſſers die oben auf dem Schwarzkupfer ſich befindenden Unreinheiten oder Kupferkügelchen und hebt das Schwarzkupfer als Scheibe mittelſt der Furkel aus dem Stichheerd, während ein anderer Arbeiter ſie von dem Stichheerde mittelſt Böhrer loslöſt. Alsdann faßt ein dritter Arbeiter die Schwarzkupferſcheibe mit einem Haken, und ſo wird ſie mittelſt einer Walze an den beſtimmten Punkt gebracht.

Bei dieſem Abſtechen und Scheibenreißen ſind einige ſehr weſentliche Vorſichtsmaßregeln zu berückſichtigen:

1) muß in dem Stichheerd bis kurz vor dem Abſtechen wie in dem Tiegel des Brillenofens Holzkohlenfeuer zum Abwärmen unterhalten werden, ſo wie alle Inſtrumente, die mit dem noch flüſſigen Schwarzkupfer in Berührung kommen, ſorgfältig abgewärmt ſein;

2) muß das Scheibenreißen ſchon an und für ſich ſehr behutſam erfolgen, da man das Schwarzkupfer in möglichſt dünnen, runden Scheiben zu erhalten ſuchen muß, dieſelben aber im heißen Zuſtande nicht viel Feſtigkeit gewähren;

3) muß man beim Abheben der einzelnen Scheiben mit Sorgfalt verfahren, um nicht den Tiegel oder den Stichheerd dabei zu zerſtören, da das durch die glühenden Kohlen und heißflüſſigen Maſſen ſehr ausgetrocknete Geſtübe ſich leicht abbröckelt. Um dieſes zu

vermeiden, schiebt man unter das Gezäh ein Stückchen Holz oder besser einen alten Besen, so daß das Gezäh den Tiegel oder den Stichheerd nicht berührt.

Während des Scheibenreißens hat ein vierter Arbeiter bereits den Vorheerd so wie den Damm wieder in Stand gesetzt und den Wind von Neuem in den Ofen gelassen. Bei einem Brillenofen aber läuft unterdeß der andere Tiegel voll; jedoch erweitern sich die Tiegel des Brillenofens nach und nach so, daß es sich ereignet, daß das Schwarzkupfer, vorzüglich wenn es sehr bleihaltig ist, aus dem einen in den anderen dringt, worauf man das Auge verstopfen und neue Tiegel herstellen muß; oder die Gassen, welche übrigens immer mit Torf bedeckt gehalten werden müssen, halten nicht und müssen entweder tiefer gegraben oder neu hergestellt werden, so daß der Brillenofen ebenfalls Unterbrechungen unterworfen ist.

Der bei dieser Arbeit fallende Lech wird in Stücke zerschlagen und in den Röststätten in Haufen von 80 bis 110 Centnern mit Scheitholz und zuletzt noch mit Holzkohlen in 6 bis 8 Feuern zugebrannt. Alsdann kommt er entweder zur Schwarzkupferarbeit zurück, oder er wird erst zur Kupfervitriolerzeugung ausgelaugt und zwar nach jedem Feuer.

Ist es nöthig, daß der Ofen *ausgebrannt* wird, so giebt man gewöhnlich einige Tröge Schlacken zuletzt auf die Gicht; hat man aber Kupfersauen bei einer vorhergehenden Schwarzkupferarbeit erhalten, so bringt man auf die letzten Schlackensätze einige Schienfässer Coaks, darauf die Saue, bettet sie sorgfältig mit Coaks ein und läßt sie so mit niedergehen. So wie die Beschickung bei dem Zugloche niedergegangen ist, so wird zuerst so viel als möglich die im Ofen befindliche Schlacke entfernt; ist dieses geschehen, so besprengt der Arbeiter die vordere Seite des Ofens mit Wasser, kehrt den reichlich darauf sitzenden Staub ab und schlägt hierauf mit einem Fäustel, nachdem der Wind weggenommen, den unteren Theil der Ofenbrust bis zum Bogen in der Brust heraus, sucht sämmtliche Coaksgriesen und Schlacken zu entfernen und schreitet zugleich zum

letzten Abstechen, wobei er den Ofen sich vollkommen entleeren läßt. Hierauf stößt man den noch stehenden Theil der Ofenbrust ein, reißt Alles, was sich nur aus dem Ofen entfernen läßt, heraus, indem ein Arbeiter mit einem langen, unten breiten Bohrer die Masse auflockert und abstößt, während ein anderer immer durch lange Haken oder Krähle die losgetrennten Massen herauszieht und sogleich mit Wasser ablöscht. Kann man aber nichts mehr loslösen, so wird auf dem Vorheerde ein Damm von Gestübe vorgerichtet und sowohl Wasser durch die Brust, als auch durch die Gicht in den Ofen gegossen, so daß der Wasserspiegel beinahe bis an die Form steigt. 12 Stunden später, nachdem der Ofen ziemlich abgekühlt ist, wird auch der Vorheerd eingerissen und das in dem Ofen befindliche Geschur durch Schlägel und Eisen herausgearbeitet.

Die theoretischen Principien dieser Schwarzkupferarbeit sind in der Theorie des Spurens zum größten Theil enthalten und bedürfen daher keiner weiteren Auseinandersetzung als der, daß sie vorzüglich in der Reduction des Kupferoxyds durch Kohle oder vielmehr durch deren Gase, ferner in der Verschlackung der übrigen, im Ueberschusse vorhandenen Metalloxyde mit der zugeschlagenen Kieselerde, so wie in der gegenseitigen Zersetzung des Kupferoxyds und der Schwefelmetalle ($2\dot{C}u + \dot{C}u = 4Cu + \ddot{S}$), welche in Folge der Reduction der in den Rückständen noch enthaltenen und oft besonders noch zugeschlagenen schwefelsauren Salze entstehen, beruhen; denn auch der Gips verwandelt sich zu Schwefelcalcium, welches aber durch die reducirten Metalle unter Erzeugung von Schwefelmetallen (Schwefelkupfer und Schwefeleisen) zerlegt wird und so die Ausscheidung von Eisensauen verhindert. Eben deshalb muß man auch sehr hohe Oefen, d. h. eine allzuhohe Temperatur im Ofen vermeiden, weil dann kieselsaures Kupferoxyd gebildet und dieses auf Schwefeleisen so wirkt, daß metallisches Eisen (= Sauen) ausfällt.

Da die Reduction des Kupferoxyds auf Kosten des Brennmaterials erfolgt, so ist natürlich ein hoher Coaks- oder Holzkohlenaufgang mit der Schwarzkupferarbeit verbunden. Mit Vortheil kann

man aber hierbei rohe Brennmaterialien neben vercoakten oder verkohlten verwenden.

Die Färbung der durch das offene Auge schlagenden Flamme rührt von sich verflüchtigendem und durch das Gebläse durch das Auge hindurch fortgetriebenem Chlorkupfer her, welches entweder in der Lauge enthalten und dann durch das Aussüßwasser ausgefüllt wurde, oder welches erst im Ofen durch die Berührung der Metalloxyde, der schwefelsauren Salze so wie der Kieselerde mit dem an den Rückständen noch adhärirenden Kochsalz erzeugt wird, und zwar im letzteren Falle unter Bildung von kieselsaurem Natron. Erfolgte aber das Aussüßen unvollkommen, so ist sie von Natronsalzen gelblich roth gefärbt und die blaue Färbung nach Chlorkupfer wird dadurch unterdrückt.

Die Schwarzkupferschlacke ist ein Gemenge von Subsilicaten und Singulosilicaten, und entspricht sonach den Bedingungen der größten Leichtflüssigkeit und Lauterkeit.

Drittes Capitel.

Raffiniren des Kupfers.

Da das Garmachen des Schwarzkupfers in kleinen Garheerden hinreichend bekannt ist, so bedarf es wohl hier weiter keiner besonderen Beschreibung desselben. Das Raffiniren des Kupfers im Flammenofen dagegen ruht meistens in den Händen von Privaten und kann daher selten genau studirt werden, gewährt aber neben bedeutenden ökonomischen Vortheilen noch den großen Vorzug, daß es das Garmachen unmittelbar mit dem Hammergarmachen verbindet; deshalb wird eine sorgfältige Beschreibung dieses Verfahrens hier ganz an seinem Orte sein.

A. Roaſten oder Spleißen.

Iſt das Schwarzkupfer ſchon ſehr rein, ſo kann es ſogleich zum eigentlichen Raffiniren gelangen, außerdem thut man aber wohler, es vorher entweder einem Spleißen oder einem Roaſten zu unterwerfen, ja es kann vorkommen, daß dieſe letztere Arbeit, welche, wie wir ſchon früher kennen gelernt haben, im Weſentlichen in einem 18 bis 20 Stunden langen, gelinden, allmählig geſteigerten Erhitzen und dann in einem 4 bis 6 Stunden langen raſchen Einſchmelzen der Schwarzkupferſcheiben, d. h. in der Bildung von Oxyden, in der Reaction des Kupferoxyds auf Schwefelkupfer und der Einwirkung der Kieſelerde auf das überſchüſſige Kupferoxyd und andere Oxyde beſteht, wiederholt werden muß, bis nämlich das Kupfer auf ſeiner Oberfläche ein graues, dem Roheiſen ähnliches, blaſenartiges Aeußere, auf ſeiner Bruchfläche aber, in Folge der dabei ſtattfindenden Gasentwickelung, ein ganz poröſes, bienenzelliges Anſehen und eine dem Garkupfer ähnliche rothe Farbe annimmt, Hämmerbarkeit jedoch noch nicht zu erkennen giebt.

B. Raffiniren.

Das eigentliche Raffiniren, welches den Zweck hat, die letzten Spuren von fremden Subſtanzen aus dem Kupfer zu entfernen und dem Garkupfer die hinreichende Zähigkeit zu geben, findet in Flammenöfen ſtatt, die im Allgemeinen wie die oben näher beſchriebenen Spurflammenöfen conſtruirt, aber nur 10 bis 12 Fuß lang und 6 bis 8 Fuß breit ſind und deren Heerde zwar dieſelbe Zuſammenſetzung und Herſtellung, aber größere Stärke (bis 30 Zoll) beſitzen, Neigung nach der Arbeitsthür zu haben und daſelbſt einen 6 Zoll tiefen Sumpf bilden, aus welchem das Garkupfer ausgekellt, aber nicht abgeſtochen wird. Das Gewölbe, welches eine größere Höhe beſitzen muß, um dem Kupfer beim Ausgießen die nöthige Temperatur geben zu können, iſt bei der Feuerbrücke 3 Fuß über der

Ofenconſtruction.

Sohle des Heerdes erhaben, neigt sich aber dergestalt gegen die Arbeitsthür hin, daß es daselbst nur 2 Fuß von dem Heerde oder 1½ Fuß von dem unteren Rande der 1 Fuß hohen und 1½ Fuß breiten Thüröffnung absteht. Die Fuchsöffnung ist 9 bis 10 Zoll breit und 30 Zoll lang und befindet sich dicht über der Arbeitsöffnung im Gewölbe. Die ebenfalls mit einer 4″ hohen und breiten Luftöffnung versehene Feuerbrücke ist 4 bis 6 Fuß breit und ragt 1 Fuß über dem Heerde und auf der anderen Seite 2½ bis 3 Fuß über dem 4 Fuß langen und 4 Fuß breiten mit 20 Roststäben versehenen Roste hervor, so daß der Feuerraum größer, als bei den Spurksteinflammenöfen ist, und man sich daher nach Belieben eine sehr große Intensität der Flamme verschaffen kann. Der Heerd oder Boden wird ebenso wie zum Spuren aus Sand oder aus künstlicher Masse hergestellt.

Manipulation.

Dieser Ofen wird, nachdem er Weißglühhitze erlangt hat, mit 60 bis 80 Ctrn. Schwarzkupfer oder mit dem durch Spleißen oder Roasten vorbereiteten Rohkupfer durch die in der Seitenmauer des Ofens befindliche Thüröffnung mittelst eiserner, langer, vorn schaufelartig gestalteter Gezähe besetzt, was aber um so sorgfältiger und vorsichtiger erfolgen muß, weil der Ofen fast ganz angefüllt wird und dennoch auf eine hinreichende Menge und gleichvertheilte Zwischenräume zum gleichförmigen Durchzug der Flamme Rücksicht genommen werden muß. Zur Erleichterung dieser schweren, von wenigstens 2 Mann ausgeführten Arbeit dient ebenfalls, wie beim Spurksteinroasten ein vor der Arbeitsthür horizontal liegender und mit Fett bestrichener Eisenstab, auf welchem man die Gezähe hin und her gleiten läßt; ist aber der Ofen früher im Gange gewesen, da ein Heerd oft sehr viele Garmachen aushält, so beginnt man die Operation mit dem früher schon beschriebenen Austhonen längs der Seitenwände, so wie an der Feuerbrücke, und läßt darauf das Ausgleichen der durch das Kupfer hervorgebrachten Vertiefungen mittelst Sand oder Heerdmasse, so wie das Abstoßen aller Erhabenheiten, die in Folge des am Rohkupfer adhärirenden oder im Anthracit oder

Holzkohle enthalten gewesenen Sandes entstanden sind oder auch von metallischem Kupfer selbst herrühren, erfolgen. Ist das Eintragen, wodurch natürlich der Ofen wieder sehr aus der Hitze kommt, beendet, so wird die Temperatur je nach der größeren oder minderen Reinheit des Rohkupfers bis 6 Stunden lang in so niedrigem Grade erhalten, daß das horizontal nach Art der an der Luft zu trocknenden Ziegel aufgeschichtete Metall nicht zum Schmelzen, sondern nur zu einem gleichförmigen Glühen kommt und darin zur Oxydation des Kupfers und der fremdartigen Bestandtheile erhalten wird. Ist jedoch das Rohkupfer nur mit Substanzen verunreinigt, die durch den Oxydationsproceß sehr leicht abgeschieden werden können, z. B. mit sehr wenig Eisen oder Schwefel, so kann man oft ohne Nachtheil dieses Glühen ganz weglassen, ja sogar das Kupfer bei der größten Schmelzhitze sofort niederschmelzen und dann zur Oxydation der fremdartigen Bestandtheile die an den Seiten angebrachten Luftzuführungscanäle öffnen und das Kupfer in immer treibender Bewegung erhalten, bei welchem Verfahren aber allerdings der Ofen sehr angegriffen wird und die Entstehung von Sprühkupfer, somit ein größerer Kupferverlust nicht zu vermeiden ist. Niemals wird man aber diejenigen Rohkupfer einem solchen Proceß unterwerfen können, die eine länger fortgesetzte Einwirkung des Kupferoxyduls zur Verschlackung erfordern, wie z. B. Zinn, Wismuth, Antimon. Hat man nun das Rohkupfer einem Glühen oder Braten unterworfen, so verstärkt man nachher die Hitze so, daß das Kupfer zum Schmelzen kommt, dabei das gebildete Kupferoxyd, oder das mit Kieselerde verbundene Kupferoxyd auf die leichter als das Kupfer oxydirbaren fremden Bestandtheile oxydirend wirkt und sich eine Schlacke bildet, die außer überschüssigem Kupferoxydul noch alle fremden, das Rohkupfer verunreinigenden Substanzen enthält. Nach diesem etwa 4 Stunden anhaltenden Einschmelzen wird die halbweiche Masse gut aufgekrückt; alsdann aber zieht der Schmelzer, während der Ofen sich noch in starker Hitze befindet, die Schlacke von der Oberfläche des Kupfers entweder mit eisernen, mit Lehm bestrichenen Krücken oder

auch, wenn Alles ganz lauter ist, mittelst Holzklötzchen, die an ein dem Steinhaken ähnliches Gezähe befestigt werden, durchs Arbeitsthor herunter, wobei bisweilen ein anderer Arbeiter ihn dadurch unterstützt, daß er vom Seitenthore aus mit einer hölzernen Stange die Schlacken nach der Arbeitsöffnung zu schiebt. Je unreiner das Kupfer ist, desto öfter muß man das Schlackenziehen und Durchkrücken wiederholen. Sind die Schlacken zu dünnflüssig, was meistens von einem zu hohen Hitzgrade herrührt und das Einziehen einer größeren Anzahl von Roststäben verlangt, so wirft man Kohlengestübe darauf, mit welchem sich die Schlacke verwickelt und nun leichter abziehen läßt. Einen zu hohen Hitzgrad zeigt aber außerdem noch das Blasenwerfen der Schlacken an. Werden endlich die Schlacken vom Kupferoxydul stark roth gefärbt, blasig und sehr schwer, so rührt man nach erfolgtem Schlackenziehen, was nun jedesmal mittelst Gestübe unterstützt wird, das nun ganz lautere Metallbad mit einer gut mit Lehm bestrichenen eisernen Krücke, da nicht mit Lehm überzogene eiserne Krücken vom übergaren Kupfer sehr angegriffen und überhaupt alle zum Umrühren des flüssigen Metalls angewandten eisernen Gezähe in Folge ihrer Entkohlung durch das Kupferoxydul sehr glänzend und weiß werden, wiederum gut durch und nimmt mit einem nicht zu kleinen mit Thon bestrichenen Löffel eine Probe, welche entweder im Löffel erkalten gelassen oder in einen eisernen Einguß gegossen wird. Zeigen sich auf der Oberfläche der Probe keine Blasen oder kein schwarzer Punkt mehr in der Mitte, läßt die Probe, nachdem sie in einem Schraubstock zerbrochen worden ist, auf dem Bruche eine tiefrothe, dem Purpur sich nähernde Farbe, grobes offenes Korn und zum Theil krystallinisches Gefüge, also im Allgemeinen so ziemlich die Eigenschaften des Rosettenkupfers erkennen, oder zeigt bei einem nur eisen-, schwefel- und nickelhaltigen Kupfer die Probe ein rothes poröses Ansehen auf dem Bruche, was ein Zeichen ist, daß das Kupfer rein von allen fremdartigen Metallen ist und nur noch sehr wenig Schwefel enthält, so schreitet man zum Proceß des Zähemachens oder Hammergarmachens, wel-

cher in einem Reduciren des im Kupfer höchst innig vertheilten Kupferoxyduls und in einem Oxydiren der letzten Spuren von fremdartigen Bestandtheilen durch Kohle und Holz besteht und vom Engländer poling genannt wird. Zur Vollführung dieser Arbeit (d. h. des Polens) wird die Oberfläche des Metallbades mit zerkleintem Holz oder Holzkohlen oder sehr reinem Anthracit überdeckt und dann werden 3 bis 3½ Zoll starke und 15 bis 18 Fuß lange, lufttrockene Stangen von Birkenholz oder Buchenholz, deren Anzahl der Oxydulgehalt der Probe, also die mehr oder weniger tiefrothe Farbe ungefähr schon bestimmt hat, mitten in das flüssige Kupfer auf eine Länge von 1½ Fuß durch das Arbeitsthor eingetaucht, womit aber auch zugleich ein allmähliges Umrühren verbunden ist. Die Gase, welche hierbei aus dem Holze sich entwickeln, entweichen gewaltsam aus dem geschmolzenen Metalle und bewirken dabei ein starkes Aufwallen, dadurch aber auch eine gleichförmige Beschaffenheit des Metalls, die Reduction des Kupferoxyduls und ein Ausstoßen aller fremdartigen Bestandtheile, die auf der Oberfläche sich ansammeln und vor dem Ausschöpfen abgezogen werden oder sich verflüchtigen, wie z. B. Schwefel, weshalb man auch bei einem antimon-, zinn- und bleifreien Kupfer dieselbe Operation nicht selten schon nach dem ersten Schlackenabzuge vornimmt. Während nun die Temperatur im Ofen noch immer so hoch gehalten wird, als zum vollkommenen Flüssigbleiben des geschmolzenen Kupfers nothwendig ist, wobei es geschehen kann, daß die Ziegel tropfenweise abschmelzen, muß die Flamme constant mit einer mittleren Geschwindigkeit sich längs des Gewölbes hinziehen. Von Zeit zu Zeit wird wieder Holzkohle zugeschlagen, so daß die Oberfläche des Metalls beständig damit bedeckt ist und das Umrühren mit hölzernen Stangen in Pausen von 15 bis 25 Minuten so lange fortgesetzt, bis die in beständiger Folge zu nehmende Probe den Punkt des höchsten Grades von Hämmerbarkeit angiebt und das geschmolzene Kupfer mit seiner eigenthümlichen meergrünen Farbe auftritt. Enthält das Kupfer kein Oxydul, so zeigt, wie auch Karsten (Me-

tallurgie V. 254) angiebt, während des Abkühlens das Bad einen reinen glänzenden Spiegel, auf welchem einzelne matte, sternartige Flocken schnell entstehen und ebenso schnell wieder verschwinden. Enthält das Kupfer aber Oxydul, so sind die matten Flocken größer, zeigen keine lebhafte Bewegung, nehmen vielmehr an Umfang immer zu, so daß die glänzende Fläche des geschmolzenen Metalles nur an einzelnen Stellen zum Vorschein kommt. Das Kupfer, welches Kohle enthält, zeigt dieselben Erscheinungen wie das reine Kupfer, nur daß die Bewegung der plötzlich entstehenden und verschwindenden Flocken noch viel lebhafter ist, und daß das Kupfer fast unmittelbar aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeht, wogegen das mit Oxydul überladene Kupfer zuerst in einen teigartig erweichten Zustand zu gerathen scheint, ehe es völlig erstarrt.

Das Probenehmen erfolgt aber auf die Weise, daß der Arbeiter, nachdem er die Oberfläche des Metallbades in der Nähe der Arbeitsthür bis auf eine Länge von 3 bis 3½ Fuß von Schlacken und Holzkohlen befreit hat, mit einem kleinen, höchstens 1 Zoll weiten und ½ Zoll tiefen, mit Thon ausgestrichenen Löffel eine geringe Quantität Kupfer herausschöpft, es darin erstarren läßt, oder auf eine kalte eiserne Fläche ausschüttet, einen Meißel mitten durch die Probe bis auf den dritten Theil einhaut, dieselbe mit der einen Hälfte in den Schraubstock spannt und mit einem Hammer an das andere Ende schlägt, wo alsdann der frische Bruch längs der mit dem Meißel gemachten Vertiefung die jedesmalige Beschaffenheit des Kupfers erkennen läßt. Die zuerst weggenommenen Proben zeigen einen grobkörnigen, matten Bruch ohne allen Metallglanz und eine dunkelziegelrothe Farbe; in den folgenden Proben, die vorzüglich zuletzt von Minute zu Minute zu nehmen sind, da sich dann in sehr kurzer Zeit die Beschaffenheit des Kupfers ändert, wird aber das Korn immer feiner und feiner, ebenso die Farbe immer heller und heller, bis endlich bei immer fortgesetztem Eintauchen der Holzstangen und Bedeckthalten der Oberfläche mit Kohlen das Korn, wenn das Probestück bis auf ein Drittheil hinein durchschnitten und dann

Probe der Hammergare.

zerbrochen wird, äußerſt fein oder dicht wird, eine blaßrothe Farbe nebſt metalliſchem Glanze und einen feinfaſerigen Bruch mit Seidenglanz zeigt. Außerdem prüft man aber das Kupfer noch auf ſeine Hämmerbarkeit und nimmt zu dieſem Zwecke eine zweite Probe mit dem Löffel heraus, die man in eine eiſerne Form gießt und wenn ſie darin erſtarrt, aber noch rothglühend iſt, ausſchmiedet. Zeigt es ſich unter dem Hammer vollkommen geſchmeidig, ſehnig, wie das Eiſen, im Bruch, ganz homogen in Bezug auf Glanz und Farbe der gleichmäßig nebeneinander liegenden Sehnen, und entſtehen hierbei keine Kantenriſſe, ſo iſt die Operation des Garmachens als beendet anzuſehen. Unterbricht man aber dieſe Operation zu früh, ſo brauchen zwar Kantenriſſe nicht allemal beim Ausſtrecken der Probe in der Rothglühhitze zum Vorſchein zu kommen, aber es fehlt dann dem Kupfer, in Folge ſeines Kupferoxydulgehaltes, die ſchöne hellrothe Farbe, das feine zackige Korn und der wahre Metallglanz, es nähert ſich vielmehr mehr oder weniger den Eigenſchaften des Roſetten-, d. h. eines übergaren Kupfers, zeigt geſchmiedet nur einzelne ſehnige Stellen, und es beſitzt allemal in der gewöhnlichen Temperatur eine geringere Feſtigkeit und Zähigkeit, als das lange genug mit Holzſtämmen behandelte Kupfer. Setzt man aber andererſeits die Anwendung der Holzſtangen zu lange fort, ſo verbindet ſich ſehr leicht ein ſehr geringer Theil von Kohlenſtoff mit dem Kupfer und das Kupfer wird in der Rothglühhitze ſpröder, als es zu Anfang des eigentlichen Garens war, obgleich es in der gewöhnlichen Temperatur einen ſo großen Grad von Feſtigkeit beſitzen kann, daß man es für fehlerfrei halten könnte. Der Bruch eines ſolchen Kohlenkupfers zeigt gröbere und weniger zuſammenhängende Faſern, im geſchmiedeten Zuſtande aber noch gleichmäßige Nebeneinanderlagerung der Sehnen, viele kleine hohle Canäle oder rinnenförmige Vertiefungen mit hellgelber Oberfläche, ſo wie im Ganzen eine blaſſe, ins Gelbe übergehende Farbe. Seidenglanz iſt nicht mehr wahrzunehmen, aber lebhaften Metallglanz behält ein ſolches Kupfer, ja auch die Oberfläche des flüſſigen Kupfers iſt ſo ungewöhnlich glänzend, daß ſich

Kennzeichen eines zu zeitig unterbrochenen Garens.

Kennzeichen eines zu lange fortgeſetzten Garens.

das Gezäh und die Mauerung des Ofengewölbes darin sehr scharf und deutlich abspiegelt, weil nämlich der im Kupfer enthaltene Kohlenstoff sich mit dem Sauerstoff der Luft verbindet und so das Metall vor der Oxydation schützt. Ist dieser Unfall eingetreten, so sieht man sich genöthigt, das Kupfer der Einwirkung des Sauerstoffs der Luft auszusetzen, daher das Kohlenklein von der Oberfläche des Metallbades wegzunehmen und das Seitenthor des Ofens zu öffnen, womit aber nicht allein Zeit- und Kupferverluste verbunden sind, sondern auch die Beurtheilung des Zustandes völliger Reinheit des Kupfers sehr schwierig gemacht wird; außerdem verliert dieses gargemachte Kupfer immer etwas an Geschmeidigkeit und ist gleichsam entnervt, was wahrscheinlich daher kommen mag, daß die Temperatur des Kupfers für das eigentliche Garen durch die ganze Schmelzmasse hindurch schon zu niedrig geworden ist, oder das Kupfer sich nicht mehr selbst zu helfen vermag, so daß ein ganz gleichartiger Zustand desselben nicht mehr erzielt werden kann. Denn es scheint, als wenn beim erstmaligen Garen das Kupfer in Folge der Verbindung seines Sauerstoffs mit der Holzkohle von selbst immer hitziger würde, je näher es dem Zustande der Hammergare kommt, dagegen bedarf es beim zweiten Garen eines viel stärkeren Feuers, um es nur in hinreichend flüssigem Zustande zu erhalten, indem die Oxydation des Kupfers nur oberflächlich erfolgen kann. Uebrigens wird das Kupfer, je unreiner (an Arsen, Antimon, Zink, Blei) es an sich ist, in einem um so höheren Grade durch die geringsten Mengen Kohlenstoff verschlechtert und schon bei 0,02% Kohlenstoff lassen sich Schiefer und Kantenrisse wahrnehmen, welche selbst durch mäßiges, gleichförmiges Erhitzen nicht vermieden werden können.

Nach Erlangung völliger Reinheit und Hämmerbarkeit des Kupfers (gewöhnlich nach 24 bis 30 Stunden) wird sogleich die Oberfläche mit einer Krücke abgezogen und nach einem nochmaligen Aufgeben frischer Kohlen auf den Rost zum Ausschöpfen des Kupfers mittelst eiserner, mit Asche oder feinem Thone überzogener Kellen geschritten. Während dieser, oft $1\frac{1}{2}$ Stunde anhaltenden

Manipulation nimmt man fortwährend Probe. Man bedient sich eiserner Formen, die je nach dem Gebrauche, z. B. behufs der Auswalzung von Blechen, 15 bis 18 Zoll Länge, 10 bis 12 Zoll Breite und 12 Zoll Höhe haben, ebenfalls mit ordinärer Asche oder Beinasche oder auch nur mit feingeschlemmtem Thone ausgestrichen sind und vollkommen trocken sein müssen, übrigens aber keiner besonderen Erwärmung bedürfen. In diese Formen gießt man eine solche Quantität des flüssigen Kupfers, daß die beabsichtigte Stärke von $^3/_4$ Zoll bis 2 Zoll erlangt werden kann, läßt das Kupfer darauf erkalten und gießt dann eine gleiche zweite Quantität des flüssigen Kupfers darauf, die sich nicht mit der unteren Platte verbindet, so daß man mehrere Schichten von Kupferplatten in einer Form erhält, die sich alle nach völligem Erkalten leicht ablösen lassen. Zur schnelleren Ausführung dieser Manipulation, wobei übrigens ein Abstreichen der Oberfläche des Kupfers nicht stattfindet und auch nicht stattfinden kann, hat man aber mehrere solcher Formen neben einander stehen, so daß das Ausschöpfen ohne Aufenthalt erfolgen kann und das Kupfer in der ersten Form schon erkaltet, wenn in die letzte Form Kupfer eben gegossen worden ist. Zum Walzen von Stangen werden viereckige Stäbe ebenfalls in eisernen Formen und auch aufeinander gegossen. Nicht selten werden auch unmittelbar aus dem Ofen Schiffsnägel u. dergl. gegossen. Das Kupfer aber, welches zur Messingbereitung oder Rothgießerei angewendet wird, bedarf gar keiner Hammergare, sondern wird durch Gießen in kaltes Wasser sogleich nach dem Einschmelzen granulirt.

Ein Abstechen des hammergaren Kupfers, so einfach wie es auch erscheint, ist noch nicht gelungen und jedesmal an der Herstellung eines dichten und festen Verschlusses des Stichloches, an dem schnellen Erstarren des Kupfers selbst noch im Stiche und an der Unmöglichkeit einer vollkommenen Reinigung des Stichs nach dem Stechen, ohne daß man dem Heerde Schaden zufügt, gescheitert. Dagegen bei Kupfern, deren Beschaffenheit sich sehr der des Rosettenkupfers nähert, also vor der eigentlichen Hammergare, ist ein Abstechen mög-

lich, wenn auch immer noch sehr schwierig. Die Stichöffnung muß man daran möglichst klein machen und nach dem Stechen den Stich so schnell wie möglich von dem noch halbflüssigen Kupfer reinigen. Auch sieht man sich genöthigt, den Stich auch noch von Innen mit einem starken Thonbatzen zu verstopfen.

Von besonderer Wichtigkeit ist noch der Umstand, daß die Oberfläche des Metallbades gänzlich mit Holzkohlen bedeckt bleibe, auch noch während des Ausschöpfens, weil sonst das Kupfer wieder Sauerstoff aufnimmt und in der Gare zurückgeht, d. h. wieder übergar wird. Tritt dieser Fall ein, so muß das Metall von Neuem wieder mit Holzstangen umgerührt werden.

Zum Schlusse des ganzen Läuterungsprocesses kann nicht unterlassen werden, noch folgende sehr wichtige Bemerkung von Karsten (System der Metallurgie Bd. V. S. 359) anzuführen: Wenn das zum Garmachen bestimmte Rohkupfer den Rückhalt an fremdartigen Beimischungen, durch das mit einer Röstung (roasting) verbundene Einschmelzen gänzlich verloren hätte, also in dem übergaren Zustande, in welchem das Hammergarmachen beginnt, nichts weiter als Kupferoxydul enthielte, so würde das Verfahren beim Garmachen immer auf eine und dieselbe Weise stattfinden können. Allein die fremdartigen Beimischungen äußern auf eine sehr verschiedene Art ihren Einfluß auf die Festigkeit des Kupfers. Einige Kupferarten erlangen den höchsten Grad der Festigkeit, dessen sie fähig sind, wenn das Kupferoxydul noch nicht ganz zerstört ist; andere werden durch einen geringen Gehalt an Oxydul nicht verbessert, indem ihre Festigkeit in der erhöhten Temperatur dadurch nicht vermehrt, wohl aber die Festigkeit in der gewöhnlichen Temperatur noch mehr vermindert wird. Diese Arten von Kupfer sind zu gewissen Zwecken, bei welchen sie nur der Bearbeitung in der gewöhnlichen Temperatur unterworfen werden, sehr gut zu gebrauchen, obgleich sie unbrauchbar sind, wenn sie in erhöhter Temperatur behandelt werden müssen. Es wird daher eine genaue Kenntniß von dem Verhalten der verschiedenen Kupferarten erfordert, um ihnen beim

Hammergarmachen den Grad der Gare zu ertheilen, bei welchem ſie, wenigſtens zu gewiſſen Zwecken, die größte Feſtigkeit in einer beſtimmten Temperatur erhalten. Ein nicht ganz reines Kupfer läßt ſich, wenn alles Orydul abgeſchieden iſt, nicht immer von dem reinen Kupfer, welches ſich in demſelben Zuſtande der Gare befindet, durch das äußere Anſehen auf der Bruchfläche unterſcheiden, wenigſtens kann es ſchon bedeutend an ſeiner Feſtigkeit gelitten haben, ohne daß ſich die geringe Quantität des beigemiſchten Körpers durch das veränderte Anſehen auf der Bruchfläche zu erkennen giebt. Dieſe Kennzeichen fallen aber ganz weg, wenn das Kupfer nicht allein ſchon alles Orydul vollſtändig verloren, ſondern auch ſchon ein Minimum von Kohle aufgenommen hat. Deshalb iſt es nöthig, die Haltbarkeit des Kupfers durch einen Probezain in der oben angegebenen Art zu unterſuchen und ſich nicht bloß auf das Aeußere zu verlaſſen. Durch das Bruchanſehen kann bei geringen Quantitäten der das Kupfer verunreinigenden Subſtanzen, zuweilen eine vorzügliche Beſchaffenheit des Kupfers angedeutet werden und daſſelbe beſitzt dennoch nur eine geringe Feſtigkeit. Man wendet in

Bleizuſatz.

ſolchen Fällen wohl einen Zuſatz von ¼ bis ½ % Blei an, um die Verſchlackung der fremdartigen Beimengungen zu befördern. Dieſer Zuſatz wird unmittelbar nach dem erfolgten Niederſchmelzen des Kupfers gegeben (wobei ein ſtarkes und heftiges Verſpritzen von Kupfer einzutreten pflegt und man ſich daher der Vorſicht halber von der Arbeitsthüre ſogleich entfernen muß) und das flüſſige Metall dann ſtark und wiederholt durchgerührt, um die vollſtändige Verſchlackung des Bleies und der Oxyde derjenigen Metalle zu bewirken, welche dem Kupfer die Feſtigkeit rauben. Das Blei reducirt zugleich einen Theil des Kupferoxyduls, allein es wird eine ſehr lange fortgeſetzte Bearbeitung des flüſſigen Metalls erfordert, um das Blei vollſtändig wieder zu entfernen. Es iſt einleuchtend, daß dies nicht ohne einen großen Kupferverluſt geſchehen kann und daß das Kupfer durch dieſe Behandlung nicht minder wie durch ein lange fortgeſetztes Zuſtrömen der Luft in den übergaren Zuſtand ge-

ſetzt wird, ſo daß der Proceß des Schäumens (poling), nämlich die Reduction des Oxyduls durch Kohle, demnächſt um ſo länger fortgeſetzt werden muß. Man wendet den Bleizuſatz nur an, um die Abſcheidung der fremdartigen Beimiſchungen, welche durch die Einwirkung des Luftſtroms langſamer und vielleicht mit einem noch größeren Kupferverluſt erfolgen würde, zu beſchleunigen. Außerdem iſt es aber auch nothwendig, bei ſolchen Kupferarten, die beim Hammergarmachen nur ſehr ſchwierig den zur weitern Verarbeitung erforderlichen Grad der Feſtigkeit erhalten, einen flacheren Schmelzheerd, alſo einen minder tiefen Sumpf, in welchem ſich das Kupfer verſammelt, anzuwenden. Zu den Metallen, welche ſich vorzüglich hartnäckig erweiſen, und ſich ſehr ſchwer ganz vollſtändig abſondern laſſen, gehören Zinn, Wismuth und Antimon. Die Urſache iſt wahrſcheinlich in der großen Verbindungsfähigkeit derſelben mit dem Kupfer zu ſuchen. — Es giebt aber noch einen anderen Fall, in welchem man zu einem Zuſatz von Blei ſeine Zuflucht nimmt. Dieſer tritt bei einem ganz reinen Kupfer ein, welches ſich, nach dem Anſehen und auch nach dem Verhalten der Probeſtäbe beim Ausſchmieden unter dem Hammer, als ein ganz vorzügliches Kupfer zu erkennen giebt, aber dennoch unter den Hämmern und Walzen in keiner Temperatur bearbeitet werden kann. Ein ſolches Verhalten zeigt das Kupfer, wenn es in Oefen mit einem ſehr niedrigen Gewölbe gar gemacht wird. Dies iſt nämlich reines Kupfer, bei welchem der richtige Grad der Temperatur zum Ausgießen in die Formen nur ſehr ſchwierig getroffen werden kann. Weil die Erfahrung gezeigt hat, daß ein ſehr geringer Zuſatz von Blei dem Kupfer die Eigenſchaft benimmt, in den Formen, in welche es gegoſſen worden iſt, zu ſteigen und dadurch zur Bearbeitung in allen Temperaturen unbrauchbar zu werden ſo iſt man der Meinung geweſen, daß das Blei irgend einen fremdartigen Beſtandtheil des Kupfers zerſtöre oder daß es das Kupferoxydul reducire, dem man das Verhalten des Kupfers, in den Formen zu ſteigen, zugeſchrieben hat. Aber abgeſehen davon, daß die Kohle ein ungleich zweckmäßigeres

Mittel ſein würde, das Kupferoxydul zu reduciren, ohne zugleich das Kupfer zu verunreinigen, habe ich auch ſchon dargethan, daß das Kupferoxydul gerade die entgegengeſetzte Wirkung hervorbringt, daß es nämlich die Neigung des Kupfers, in den Formen zu ſteigen, vermindert und bei einem gewiſſen Verhältniſſe ſogar ganz aufhebt. Dagegen iſt früher ſchon gezeigt, daß ein ſehr geringer Bleigehalt (0,1 %) des Kupfers hinreichend iſt, das Steigen deſſelben in den Formen zu verhindern. (Wahrſcheinlich iſt der Grund der, daß das ſelbſt mit einem Minimum von Blei verunreinigte Kupfer in einer viel niederen Temperatur, welche zugleich die Oxydation und Verſchlackung der fremdartigen Beſtandtheile vielmehr begünſtigt als eine hohe, in vollkommen flüſſigem Zuſtande erhalten werden kann, es iſt aber bekannt, daß das bei möglichſt niederer Temperatur ausgekellte Kupfer nicht ſteigt. Sonach iſt das Steigen nur eine Folge der zu hohen Temperatur, bei welcher das Kupfer ausgegoſſen worden iſt, indem es nach dem Erkalten einen kleineren Raum einnimmt, als der iſt, den es im geſchmolzenen Zuſtande erfüllte, und das flüſſige Kupfer durch die erſtarrte Decke empordringen muß, während das Kupfer ſelbſt ein kryſtalliniſches Gefüge annimmt und dadurch undicht wird.) Ferner mag aber auch bei einer ſehr hohen Temperatur das Kupfer, ganz analog dem Silber, im Stande ſein, die atmoſphäriſche Luft zu zerlegen und eine dem Spratzen des Silbers ähnliche Erſcheinung hervorzubringen; alsdann muß das Kupfer auch noch ganz frei von Kupferoxydul ſein. Sehr häufig mögen aber die letzten Spuren von Schwefel die Urſache von dem kraterartigen Erheben über die erſtarrte Oberfläche ſein, und dieſes Durchbrechen erfolgt, je nachdem durch zufällige Umſtände hier oder dort die Erſtarrung verlangſamt worden iſt, ſowohl auf der Oberfläche, als auch an den Seitenflächen, ja ſogar an der Bodenfläche des Gußſtücks; alsdann ſind aber jedesmal in demſelben Höhlungen und Blaſenräume wahrzunehmen. Eng damit zuſammenhängend iſt auch die Erſcheinung des Streu- oder Spritzkupfers, welche entſteht, wenn man die Oberfläche des bei einer ſehr hohen Temperatur eingeſchmolzenen Kupfers vollkommen entblößt und

der Erſtarrung ausſetzt. Denn ein von anderen Metallen vollkommen befreites, ja ſelbſt hammergares Kupfer kann immer noch etwas Schwefel enthalten, welchen das Kupfer ſelbſt noch im übergaren Zuſtande zurückzuhalten im Stande iſt, und bloße Spuren von Schwefel vermögen ſchon dieſe Erſcheinungen hervorzubringen, wiewohl bei der Verflüchtigung eines jeden, bei ſehr hoher Temperatur flüchtigen Körpers auch dieſelben Erſcheinungen eintreten können. Immer bleibt aber ein Zuſatz von Blei ein ſehr wenig zu empfehlendes Mittel, dem Kupfer die Eigenſchaft des Steigens zu benehmen, weil es dadurch zu den feinſten Arbeiten ganz unbrauchbar wird, obgleich es, bei einer vorſichtigen Behandlung und wenn nur ein ſehr geringer Zuſatz von Blei angewendet wird, zu den meiſten Arbeiten in einem hohen Grade anwendbar ſein und an ſeiner Feſtigkeit nur wenig eingebüßt haben kann. — Das Kupfer, welches nach erfolgtem Garmachen in den Formen geſtiegen iſt, muß wieder eingeſchmolzen und dem Proceſſe des Hammergarmachens abermals unterworfen werden und wenn man es nicht zuſetzt, ſondern für ſich raffinirt, ſo wendet man einen kleinen Zuſatz von Blei an, deſſen man ſich ſogleich beim erſten Hammergarmachen bedient, wenn man von dem Verhalten des Kupfers unterrichtet iſt. Nicht ganz reines Kupfer bedarf, wenigſtens aus dem Grunde, um das Steigen in den Formen zu verhindern, niemals eines Bleizuſatzes, weil die meiſten das Kupfer verunreinigenden Subſtanzen dieſelbe Wirkung wie das Blei, wenngleich vielleicht in einem geringern Grade, hervorbringen. Es iſt ſomit durchaus nothwendig, das flüſſige Metall bis zu einer gewiſſen Temperatur abkühlen zu laſſen und es dann in Formen zu gießen, damit es ſchnell zur Erſtarrung gelangt. Iſt die richtige Temperatur beim Ausgießen des Kupfers nicht getroffen, ſo läßt ſich das Ausdehnen oder eigentlich das Steigen beim Erſtarren nicht verhindern, man mag das flüſſige Metall ſehr ſchnell erkalten laſſen, oder die Erſtarrung durch Erhitzung der Formen bis zum Glühen und durch ein ſehr langſames Sinken der Temperatur aufs Aeußerſte verzögern. Bei dem ganz reinen und vollkommen hammergaren

Kupfer die richtige Temperatur zu treffen, bei welcher es in die Formen gegoſſen werden muß, um nicht zu ſteigen und dadurch zur weiteren Bearbeitung unter Hämmern und Walzwerken ganz unbrauchbar zu werden, iſt ſo ſchwierig und erfordert eine ſo genaue Kenntniß von dem Verhalten des Kupfers in der Schmelzhitze, daß man die zur Beurtheilung dieſer Temperatur leitenden empiriſchen Kennzeichen als ein Geheimniß auf den Hüttenwerken betrachtet. Ein ſolches Geheimniß iſt aber das, daß man auf eine herausgenommene Probe ſpuckt und zuſieht, ob bei einer vollkommen horizontalen Haltung des Löffels der Speichel immer in der Mitte in Kugelform bleibt; findet dieſes ſtatt, ſo ſchreitet man zum Auskellen, jedoch kann dieſes nur zum Anhalten dienen, wenn das Steigen von ſich entbindender Säure herrührt. Das gewöhnliche Anhalten giebt eine Schöpfprobe mittelſt einer kleinen Ausgießkelle. Läßt man nämlich das Kupfer im Löffel erſtarren, ſo darf es nicht ſteigen. Ein anderes Anhalten iſt auch ein gelaſſenes Treiben der mit rein meergrüner Farbe und mit ziemlicher Converität auftretenden Oberfläche, wiewohl letztere Eigenſchaft wegen der am Rande ſtehenden Schlacke ſelten ſichtbar wird.

Der beim Raffiniren fallende Abzug und das Schlackenzeug wird zum Spuren mit zugeſchlagen, wo noch Schwefel genug vorhanden iſt, um das darin enthaltene Kupfer in den Spurſtein überzuführen. Die Bodenplatten, d. h. die erſten in die oben und unten offenen Formen gegoſſenen Stücke, werden, wenn ſie eine rauhe Oberfläche haben, zu dem nachfolgenden Raffiniren nachgeſetzt.

Die Dauer des ganzen Raffinationsproceſſes beträgt gewöhnlich 20 Stunden, und zwar braucht man 6 Stunden, bis das Kupfer nach einem vorausgegangenen Roaſten anfängt einzuſchmelzen, dann vier Stunden, um den Punkt zu erreichen, wo das eigentliche Garmachen beginnt, welches ungefähr 4 Stunden anhält, endlich noch 6 Stunden, um die Formen vorzurichten, das Kupfer auszuſchöpfen und den Ofen ſo weit abkühlen zu laſſen, daß ein auf eine herausgenommene Probe gebrachter Waſſertropfen bei einer

vollkommen horizontalen Haltung des Löffels immer in der Mitte der Oberfläche des Kupfers bleibt.

Viertes Capitel.

Raffiniren des Cementſilbers.

Der durch die Behandlung mit Salzſäure, durch Auswaſchen und Ausſüßen faſt ganz gereinigte Silberſtaub wird mit der Hand oder noch zweckmäßiger mit einer hydrauliſchen Preſſe zu Batzen oder feſten Stücken zuſammengedrückt, welche dann in einer eiſernen Retorte, wie ſie zum Ausglühen des Amalgams benutzt wird, ſehr ſcharf getrocknet, ja wo möglich geglüht und hierauf entweder in einem Graphittiegel in einem unter einer Eſſe befindlichen Windofen mit Holzkohle oder in einem Silberfeinbrennflammenofen raffinirt werden.

A Tiegelſchmelzen.

Wählt man das Tiegelſchmelzen, ſo verfährt man auf folgende Weiſe: Der auf einem Ofen etwas erwärmte Graphittiegel wird nach dem Fällen und behutſamen Eindrücken des geglühten Silberſtaubes auf einen feuerfeſten, vollkommen horizontal und feſt liegenden Ziegel in die Mitte des Windofens eingeſetzt, hierauf der um ihn herum befindliche leere Raum mit Holzkohlen von möglichſt gleicher, aber mittelmäßiger Größe ausgefüllt, dann der Tiegel mit einem Blechdeckel bedeckt, darauf der ganze Ofenraum mit Holzkohlen ausgefüllt und auf dieſe Kohlen einige glühende Kohlen gelegt. Auf dieſe Weiſe kommt der Tiegel nach und nach in Hitze

und zwar von oben, was für die Erhaltung der Tiegel von Wichtigkeit ist. Nach einem zweimaligen Aufschütten von Holzkohle läßt man den Ofen bis zur Tiegelmündung niedergehen, schüttet rings herum zur theilweisen Dämpfung der Hitze Kohlenlösche auf und setzt in den Tiegel, in welchem nun schon der größte Theil des Silbers eingegangen und somit Raum frei geworden ist, Silberbatzen mit einem flachen Löffel so schnell als möglich nach, bedeckt alsdann wiederum den Tiegel, schüttet Kohlen darauf und fährt so fort, bis der Tiegel fast ganz mit geschmolzenem Silber angefüllt ist. Hierauf giebt man das stärkste Feuer, schöpft dann mittelst eines durchlöcherten Löffels, so daß das mit ausgeschöpfte Silber wieder in den Tiegel zurücklaufen kann, die Schlacke ab, bedeckt den jetzt blanken Metallspiegel mit trockenem, ausgesiebtem Kohlenstaub, setzt noch einige Batzen nach, bedeckt den Tiegel mit dem Blechdeckel und giebt wiederum sehr starkes Feuer, wobei man vorzüglich ein Hohlstehen des Ofens durch vorsichtiges Auflockern der Kohle und gleichförmige Stücken von Kohle vermeiden muß. Alsdann reinigt man nochmals den Metallspiegel von Schlacken, bedeckt ihn mit Kohlenstaub und stürzt das Blech so lange wieder auf den Tiegel, bis dieser Kohlenstaub glüht. Dann rührt man das Metall mit einem gekrümmten, heißen und mit Thon überstrichenen Haken gut durch einander, geht dabei bis auf den Boden nieder, löst zugleich alle an den Seitenwänden des Tiegels hängende Schlackentheilchen durch ein höchst vorsichtiges Auf- und Niederfahren mit dem Haken los und bringt sie so an die Oberfläche, wo sie sich mit Kohlenpulver vermengt leicht abschöpfen laßen. Hierauf wirft man wiederum Kohlenpulver auf das flüssige Metall und sucht so viel als möglich ein sehr heftiges Feuer hervorzubringen, damit das Metall ganz lauter und homogen wird, zugleich aber auch ins Treiben, d. h. in eine rotirende, aufwallende Bewegung, wobei alle im Silber enthaltenen Nebenbestandtheile, außer dem Kupfer, sich verschlacken, kommt. Die während des Treibens sich am Rande ansammelnde Schlacke wird entfernt und der Metallspiegel immer mit Holzkohlen-

staub bedeckt gehalten. Scheidet sich aber nur noch sehr wenig Schlacke ab, so bedeckt man wiederum den Tiegel mit dem Blechdeckel und mit Holzkohlen und schreitet nach dem Niederbrennen der letzteren bis zum Tiegel zum Nehmen der Probe. Die Probe besteht darin, daß man mit einem hochroth glühenden kleinen, aber ziemlich tiefen und mit Thon ausgestrichenen Löffel nach vorausgegangenem Umrühren eine geringe Menge des Metalls herausholt, in ein mit kaltem Wasser angefülltes Gefäß von Kupferblech unter einem steten Zerschlagen des Strahles mittelst eines Holzes gießt, die so erhaltenen Granalien auf ein heißes Probenblech ausbreitet und während eines öfteren Aufrüttelns der Granalien durch starke Erwärmung des Blechs, wobei jedoch ein starkes Anlaufen der Granalien noch nicht stattfinden darf, vom Wasser ganz befreit und dann in verdünnter Salpetersäure in der Wärme auflöst. Ist die Auflösung hell und setzt sich kein Rückstand daraus beim Stehenlassen ab, so kann das Ausschöpfen der Metallmasse in gußeiserne, halbkugelförmige, circa 50 Mark fassende Schalen, welche man vorher sehr dünn mit Pech ausgestrichen hat, erfolgen. Eine blaue Färbung zeigt den Kupfergehalt an, thut jedoch dem Silber keinen Eintrag weiter, wohl aber eine trübe, weißlich schmutzige, wohl gar ins Grünliche spielende Auflösung, die von einem Antimon- oder Eisengehalte herrührt, so wie gelbe Flocken, welche auf einen Gehalt von Schwefel deuten. In diesen letzten Fällen muß man das Treiben des Silbers entweder so lange fortsetzen, bis man eine helle, klare Auflösung erhält, oder wenn dies nicht zu erreichen ist, das Metall ausgießen und einem zweiten Einschmelzen nebst Raffiniren unterwerfen. Probe.

Enthält das Silber sehr viel Kupfer, wie es wohl gewünscht werden kann, da man sehr selten chemisch reines Silber zu verarbeiten oder zu vermünzen pflegt, auch das Kupfer einen hitzigen Gang beim Raffiniren hervorbringt und so das Treiben des Silbers sehr befördert, so findet sich auch wohl ein Rückstand auf dem Boden des Kölbchens, der aber, wenn sonst die Lösung hell

und rein blau gefärbt ist, nur von theils an der Oberfläche der Granalien sich bildendem, theils in dem Kupfer selbst enthaltenem Kupferoxydul herrührt; ist aber die Lösung zugleich trübe, so besteht er aus Antimonoxyd-Kupferoxydul. Man erhält sonach ganz denselben Rückstand, wie er oft beim Auflösen von Amalgamationsraffinatsilber in verdünnter Salpetersäure zurückbleibt, welcher aber nicht, wie bisweilen angenommen worden ist, von Eisenoxyd, sondern von Kupferoxydul oder einer Verbindung desselben mit Antimonoxyd herrührt.

Ist das Metall in der Schale so weit erkaltet, daß es aus ihr herausgenommen werden kann, so stürzt man dieselbe um, bringt die herausgefallene Planche auf eine Art Ambos, ebnet hier mit einem breitgebahnten großen und dann mit einem kleinen Hammer die Planche und löscht sie durch Wasser vollends ab.

Das Schlackengekrätz glüht man stark zur Verbrennung der Kohle, beschickt es dann mit calcinirter Pottasche und etwas Salpeter und schmilzt es in hessischen Tiegeln unter einer Kochsalzdecke in einem Windofen ein. Die dadurch erhaltenen Metallkönige werden beim nächsten Silberschmelzen mit zugesetzt, der aber dabei fallende Stein wird extrahirt und die Schlacke sammt den Tiegeln zur Spurarbeit zurückgegeben.

B. Raffiniren im Flammenofen.

Das einfachste, aber auch zweckmäßigste Verfahren des Raffinirens von Cementsilber ist wohl das in Flammenöfen, und zwar um so mehr, je reiner das Silber und je aufmerksamer der Arbeiter ist. Einen Feinbrennflammenofen, wie er im Mansfeld'schen angewendet wird, zeigt die Taf. III im Horizontaldurchschnitt und im senkrechten Durchschnitt. Die Feuerung erfolgt hier durch Gas und zwar durch Holzkohlengas, welches durch den Canal *c* in den aufsteigenden Canal *d* abgeleitet wird und von da durch mehrere Oeffnungen *e*, *f* in den Mengungscanal *g* strömt. Die zur Ver-

brennung der Gaſe angewandte atmoſphäriſche Luft tritt durch Canäle ein und ſteigt ebenfalls durch mehrere Züge in den Mengungscanal. Obgleich man ſelten ſo günſtig geſtellt ſein wird, daß Holzkohle eins der billigſten Brennmaterialien ausmacht, ſo ſah ich mich dennoch genöthigt, da bis jetzt kein Flammenofen, der mit Steinkohlenfeuerung verſehen iſt, in Anwendung für das Cementſilberraffiniren gekommen iſt, den Mansfeld'ſchen Feinbrennflammenofen zum Anhalten zu nehmen. Uebrigens würde ein Feinbrennofen mit Steinkohlenfeuerung ganz mit den engliſchen Treibeöfen übereinſtimmen, nur würde das Gebläſe wegfallen, dafür aber eine Eſſe angebaut werden. Höchſt zweckmäßig würde auch die Entleerung des Ofens anſtatt durch Auskellen durch Abſtechen mittelſt eines unter einem rechten Winkel gebogenen Hakens in eine mit Rippen verſehene, gußeiſerne längliche Pfanne ſtattfinden können, wie in Poullaouen. Zu dieſem Zwecke iſt die Teſtmaſſe, die man von unten mit dem Haken durchſtößt, in der Mitte ganz frei von den ſie tragenden Stäben des Teſtringes. Da in einem längeren Canale das Feinſilber ſehr ſchnell erſtarren, alſo das reine Abſtechen verhindern würde, ſo muß die Pfanne unmittelbar unter dem Teſte ſich befinden, und nur ſo viel Zwiſchenraum gelaſſen werden, daß man mit dem Stechhaken in die Pfanne unter dem Teſte hinfahren und in der Mitte derſelben ihn ſo drehen kann, daß er mit der Spitze in den Teſt dringt und bei einem kräftigen Schlag den Teſt im tiefſten Punkte durchbricht. Auf eine tiefe Lage des Roſtes und auf eine nicht zu geringe Breite deſſelben hat man aber ebenfalls ſein Augenmerk zu richten, da die Hervorbringung jeder Temperatur zu beſtimmten Zeiten ſehr viel zu dem Gelingen einer vollſtändigen Raffination beiträgt.

Die Herſtellung des Teſtes erfolgt aus einem mit Waſſer durchzogenen Gemenge von feingeſiebtem, neuem Mergel und altem Mergel vom Treibeheerde. Alter Mergel wird deshalb dazu genommen, weil er die ganze Teſtmaſſe lockerer hält und die bis zum Ballen feuchte Maſſe eher wieder austrocknen läßt. Nachdem man

den Ziegelheerd oder den Teſtring ſammt den breiten Stäben mit etwas Mergelwaſſer ausgeſtrichen hat, füllt man den Heerd oder den Teſtring bis zu der gegebenen Höhe von 6—8″ mit der halbfeuchten Maſſe, indem man den Teſtring auf eine glatte, durch ſtarkes Benetzen mit Waſſer ſchlüpfrig gemachte oder ganz trocken gelaſſene und mit trockener Aſche überſtreute ebene Fläche ſtellt, reichlich aus, drückt ſie mit der Hand feſt und ſtampft ſie alsdann mit einem hölzernen Stößel, der auf der Bahn deshalb mit kleinen Klötzchen verſehen iſt, dicht zuſammen. Hierauf kugelt man mit einer circa 15 Pfd. ſchweren Meſſingkugel den Rand rings herum glatt und feſt, ſchneidet mit einem krummen Spurmeſſer den mittleren Theil des Teſtes bis auf ungefähr 1½ Zoll in der Mitte im tiefſten Punkte und bis auf 3 Zoll am Rande aus, ſtreicht mit einem Pinſel, ähnlich wie man ſie zum Stubenweißen benutzt, alle losgelöſten Theile hinaus, kugelt wieder mit der 15 Pfd. ſchweren Kugel das Innere eben und feſt zuſammen, dann aber mit einer nur 6 Pfd. ſchweren Meſſingkugel, die man immer im Schwunge dabei erhalten muß, vorzüglich den Rand glatt. Einen ſo vorgerichteten Teſt ſetzt man auf einen warmen Ofen zum Austrocknen der Feuchtigkeit, bis man ihn verwendet; man macht wohl aber auch vorher unten am Teſte eine geringe Vertiefung, um beim Abſtechen ſicher den der tiefſten Stelle im Teſte correſpondirenden Punkt mit dem Stecheiſen zu finden.

In den ſo vorgerichteten, vollkommen trockenen, nicht ſelten auch ſtark abgewärmten und mit Vortheil im Ofen ſelbſt zum Rothglühen gebrachten Teſt ſetzt man die Silberbatzen über einander ein, deckt noch Holzkohlenkläre darauf, verſchließt alle Thüren hermetiſch und ſteigert nach und nach die Temperatur bis zur Weißglühhitze und fährt damit fort, bis alles Silber eingeſchmolzen iſt. Iſt dies erfolgt und ſetzt man nicht mehr nach, ſo zieht man die Schlacke ab, rührt das Ganze mit einem glühenden Rührеiſen um und reinigt die Oberfläche des nun treibenden Silbers vorzüglich am Rande von etwa wieder entſtandener Schlacke und von Holzkohlen mit

einem ſtarken Holzſpahne. Kocht das Silber nach dem Einſchmelzen, d. h. wirft es Silberperlen an dem der Feuerung entgegengeſetzten Rande in die Höhe und zeigen ſich Silberperlen im Fuchſe, ſo muß man ſogleich wieder Holzkohlen aufs Silber ſchütten und durch ein gutes Umrühren unter Zutritt von atmoſphäriſcher Luft die Temperatur ſo weit erniedrigen, bis dieſe Erſcheinung aufhört. Denn ſchon bei anfangender Weißglühhitze verdunſtet das Silber ſelbſt in einem offenen Tiegel und verliert dabei jede Stunde circa 1%, noch viel mehr alſo in einem Zugflammenofen, wo der durch den Roſt einſtrömende ſtarke Luftzug die Verdunſtung noch viel mehr befördert und das Silber ſich erſt an einem kühleren Orte, z. B. im Fuchſe, und zwar zu einzelnen Perlen, wieder abſetzen läßt. Weniger findet dieſe Erſcheinung ſtatt bei einer Holzkohlengasfeuerung, wo der Zug durch die höhere Kohlenſäule, ohne der Hervorbringung des höchſten Hitzgrades zu ſchaden, moderirt und bei einer vollkommenen Mengung der Gaſe mit der Verbrennungsluft unzerſetzte atmoſphäriſche nur nach Belieben in den Ofen eintritt. Denn das zu ſtark erhitzte Silber wird auf der Oberfläche durch den Luftſtrom in Silberoxyd zerſetzt, welches durch den heftigen Zug mit fortgeriſſen und dann im Fuchſe nach einer vollkommeneren Mengung der Gaſe mit der Luft wieder reducirt wird, da ja ſchon Silberoxyd durch bloßes Glühen unter Entwickelung von Sauerſtoffgas in metalliſches Silber verwandelt wird. Bedeckt man aber die Oberfläche mit Holzkohlenſtaub, ſo kann dieſe Einwirkung der Luft nicht ſtattfinden, eben ſo wird auch das Verdampfen des Silbers dadurch ſofort vermieden oder wenigſtens ſehr verringert, das anderer bei hoher Temperatur flüchtiger und das Silber verunreinigender Metalle aber befördert. Je unreiner aber ein Silber iſt, d. h. je mehr es mit anderen Subſtanzen, die ſich leicht oxydiren und verflüchtigen, wie z. B. Arſen, Antimon, Blei, vermengt iſt, um ſo mehr wird auch die Oxydation und Verflüchtigung des Silbers veranlaßt und deſto länger muß man die Kohlenſchicht oder auch Sägeſpähneſchicht auf dem Silber beibehalten, zumal da trotzdem

viele Subſtanzen, wie z. B. das Blei, bei ſonſt hinreichendem Luftzutritt und nicht zu hoher Temperatur, ſich oxydiren und von dem Teſte eingeſogen werden.

Eine Hauptregel iſt für das Silberraffiniren, daß man das Silber unter einer Decke von Holzkohlenſtaub oder Sägeſpähnen ſo raſch wie möglich, alſo bei der größtmöglichen Temperatur einſchmilzt, dann die Kohlendecke ſo lange darüber läßt, bis das Dampfen des Silbers etwas aufgehört hat, dieſe dann entfernt und ſo kühl wie möglich treibt. So lange die auf der Oberfläche des eingeſchmolzenen Silbers herumſchwimmenden aus Bleioxyd und Kupferoxydul beſtehenden Flocken, die das Silber aus der Mitte auszuſtoßen ſcheint, mit mittlerer Geſchwindigkeit an den Teſtrand ſich begeben, von dieſem aufgenommen werden und das Silber mit einer ziemlich converen Wölbung im Teſte ſteht, ſo iſt die Temperatur gerade recht, d. h. das Treiben geht gut. Nimmt aber das Silber mehr eine zitternde Bewegung an, hängt ſich an einen kalten Eiſenſtab bei einem ſchnellen Berühren kein Silber an und zeigen ſich viele Perlen von Silber am Teſtrande, ſo iſt die Temperatur viel zu hoch. Ziehen ſich dagegen die aus den oxydirten Bleimiſchungen beſtehenden Flocken zu langſam nach dem Teſtrande hin oder ſetzt ſich gar am Rande eine dünne Schicht von erſtarrtem Silber an, ſo iſt es die höchſte Zeit, das Feuer zu verſtärken, wo man nicht gar genöthigt wird, glühende Holzkohlen auf die Oberfläche zu werfen und Alles hermetiſch zu verſchließen. Uebrigens rührt man zur Beförderung des Oxydirens der fremdartigen, noch mitten im Metalle vorhandenen Beſtandtheile von Zeit zu Zeit das Silber mit einem rothglühenden gekrümmten Eiſenſtabe, dem Rühreiſen, um, indem das Silber im unterſten Theile nicht in ſo großer Bewegung iſt, als in der Nähe der Oberfläche.

Bleizuſatz. Sollte das Einſchmelzen ſehr ſchwer erfolgen, ſo iſt man oft genöthigt, noch ſehr geringe Quantitäten Blei zuzuſetzen und zwar höchſtens 6 Pfd. auf 100 Pfd. Silber, dagegen ſetzt man zu einem Silber, welches leicht erſtarrt und zu langſam treibt, oft etwas

Kupfer zu, wodurch, wie schon oben erwähnt worden ist, das Treiben viel hitziger wird. Kupferzusatz.

Hat endlich das Silber eine darüber gehaltene Gegenstände abspiegelnde Oberfläche erhalten, was manchmal bei sehr reinem Cementsilber sogleich nach dem Einschmelzen erfolgt, so nimmt man Probe, die darin besteht, daß man mit einem kalten, unter einem rechten Winkel gebogenen spitzen Eisenstab nur ½ Zoll ins Silber eintaucht oder vielmehr nur eintupft, wo sich sogleich wegen der dadurch bewirkten Abkühlung Silber, wenn es nicht zu heiß ist, ansetzt. Wiederholt man diese Operation öfters, so nimmt das daran hängenbleibende Silber endlich eine Birnform an; zeigt sich auf dieser nach dem Erkalten kein Fleck von Glätte oder Kupferoxyd mehr, und läuft nach einem nochmaligen Eintauchen ins Silber das Silber gleichsam wie ein Schatten daran herunter oder tropft es sogar von der Probe ab oder zeigt wenigstens ein Bestreben dazu, so kann man von der Reinheit des Silbers überzeugt sein; denn ein noch unreines Silber läßt diese Erscheinungen nicht wahrnehmen, da die sich sogleich an der Oberfläche bildenden Oxyde der fremden Bestandtheile an der Luft sofort erstarren und das Herunterlaufen der höchst dünn über der Probe ausgebreiteten Silberschicht verhindern oder hemmen und sonach auch ein Herabtropfen nicht erfolgen kann. Feinprobe.

Zeigt diese Probe die Reinheit des Silbers an, so verstärkt man das Feuer oder wirft glühende Kohlen auf's Silber und sticht mit dem rothglühenden Stecheisen von unten in die Mitte des Testes, entfernt dann sofort das Stecheisen und läßt das flüssige Silber in die darunter befindliche Form laufen. Nach dem Erkalten des Silbers stürzt man die Form um, durchschrötert an der Stelle, wo die in der Form befindlichen Rippen Vertiefungen in das Silber abgedrückt haben, das Silber, schlägt es mit einem großen Fäustel glatt und raspelt die Oberfläche mit Bürsten von feinem Eisendraht gut ab.

Die dabei fallenden Silberſpähne, ferner die Silberkörner und die aus dem Teſte herausgegrabenen Silberwurzeln kommen zum nächſtmaligen Silberraffiniren; die Teſtmaſſe, welche feſt und von Bleioxyd oder Kupferoxyd vollgeſogen iſt, wird zur Bleiarbeit oder zum Spuren zurückgegeben, die noch lockere Teſtmaſſe dagegen zur neuen Teſtmaſſe.

Zweiter Abſchnitt.

Extraction des Schwarzkupfers.

Abtheilung I.

Vorbereitende Arbeiten.

Erſtes Capitel.

Zerkleinern des Schwarzkupfers.

Die mechaniſche Vorbereitung bis zum feinſten Mehle iſt mit viel mehr Schwierigkeiten verbunden, als die des Kupferſteins, iſt aber ganz ähnlich der für die Amalgamation, wie auch der Röſtproceß faſt ganz derſelbe iſt, wie für die Amalgamation. Deshalb wird hierzu, wie zu allen nun folgenden Proceſſen, ein Zugrundelegen der über Productenamalgamation ſchon vorhandenen Beſchreibungen, als: Winkler's Amalgamation, Wehrle's Probir- und Hüttenkunde, Karſten's Metallurgie und Bergmannsfreund, Bd. 6, unter Hinzufügung aller Abweichungen hier mehr an ſeiner Stelle ſein, als eine eigenthümliche Beſchreibung, zumal da die Schwarzkupferextraction und die der übrigen nun folgenden Hüttenproducte ſich einer Einführung als currenter Betrieb noch nicht zu erfreuen gehabt hat.

Das granulirte oder in Scheiben geriſſene und noch im heißen Zuſtande mit dem Fäuſtel zerſchlagene Schwarzkupfer wird in einem einfachen kleinen Zugflammenofen mit hohem Gewölbe, ſehr tief niedergezogenem Fuchſe (um die Gluth ganz gleichförmig zu vertheilen) und mit einem aus gußeiſernen Platten hergeſtellten Heerde bis bei-

nahe zum Schmelzen geglüht, dann herausgerissen und unter einem Pochwerke mit eiserner glatter Pochsohle und eisernen Stempeln gepocht. Das Pochmehl wird durchgeworfen, gesiebt und dann gemahlen, die Gröbe dagegen aufs Neue geglüht und gepocht und so fortgefahren, bis Alles in Mehl verwandelt ist.

Sehr bleireiche Schwarzkupfer lassen allerdings diese Operation nicht zu, müssen daher vorher zur Verschlackung des Bleies einem Roasten und dann einem Niederschmelzen mit 1 — 2% Kupferkies oder 4% Kupferstein und Rohschlacken in einem Zugflammenofen unterworfen werden. Schwarzkupfer aber, die nur wenig Blei enthalten und sich zum feinsten Mehle zerpochen und mahlen lassen, werden, so wie die vollkommen von Blei freien und zu Mehl verwandelten Schwarzkupfer, sogleich dem Röstprocesse unterworfen.

Zweites Capitel.

Beschicken.

Das Schwarzkupfermehl wird mit 8 bis 10% Salz, oder auch, bei einem 5% übersteigenden Bleigehalte, mit 12% Salz und 3 bis 4% Kupferkies beschickt. Nicht selten ist man aber auch selbst zu einem bleifreien, aber sehr antimonhaltigen Schwarzkupfer eine Quantität Kupferstein zuzuschlagen genöthigt. Die schichtenweise aufgelaufene Beschickung wird nun durch ein verticales Abstechen und durch Sieben sorgfältig gemengt, oder es wird jeder Röstpost (= 4 Ctr.) einzeln die nöthige Quantität von Salz und Zuschlag zuertheilt, um das Verstäuben zu vermeiden.

Kies wird deshalb zugesetzt, um das Schwefelblei oder das metallische Blei in schwefelsaures Bleioxyd zu verwandeln, und somit das darin eingehüllte oder aufgelöste Silber der Einwirkung von Chlor zugänglich zu machen, d. h. aufzuschließen.

Abtheilung II.

Hauptarbeiten.

Erſtes Capitel.

Röſten.

Der ganze Röſtproceß, welcher ebenfalls mit Vortheil in einem Doppelröſtofen vorgenommen wird, wird eingetheilt in die

Anfeuerungsperiode,
Abſchwefelungsperiode und
Garröſtungsperiode.

In der erſten Periode, der Anfeuerungsperiode, die eine Stunde dauert, muß der Ofen eine mittlere Rothglühhitze haben, ſo daß hineingeworfenes Kochſalz ſofort decrepitirt, aber bei einem guten Durchkrählen und ſorgfältigen Klopfen ſich nur eine ſehr geringe Sinterung des Mehles bildet. Anfeuerungsperiode.

Die zweite Periode, die Abſchwefelungsperiode, tritt ein, wenn der Krähl in der aus allen Ecken in die Mitte des Heerdes zuſammengezogenen Partie keine ſchwarze, ſondern nur rothglühende Streifen hinterläßt. Dieſe zweite Periode, während welcher auch das Durchkrählen und Umſchaufeln unausgeſetzt fortgeführt werden muß, wird mit Feuer begonnen, und bei ſehr niedriger Temperatur, wozu man das Feuer ganz abgehen läßt, fortgeſetzt. Nach einem 2½ſtündigen Abſchweſeln wird die Poſt vom oberen Heerde in den unteren gelaſſen, und in circa 4 Stunden iſt auch dieſe Pe- Abſchwefelungsperiode.

riode ſo weit beendet, daß das Garröſten folgen könnte, wenn gar keine Röſtgröbe ſich gebildet hätte; deshalb muß man vorher bei

Sieben. bleihaltigem Schwefelkupfer das Mehl durch feine Cylinderſiebe, bei bleifreiem Schwarzkupfer aber durch einen Rätter mit 25 bis 30 Oeffnungen auf den Quadratzoll von der Gröbe trennen, die Kläre mahlen, die Gröbe dagegen mit den Schalen, die ſich auf dem Röſtheerde auflegen, zerſtampfen und dem nächſten Vorröſten mit zutheilen. Vortheilhaft hierzu ſind Cylinderſiebe, deren oberer Theil aus Seidengaze beſteht, indem man ſo aus dem vorgeröſteten Schwarzkupfer das ſchon darin befindliche Mehl dem Mahlen entzieht.

Garröſten. Die dritte Periode, das Garröſten, dauert ein kleines Stündchen, während deſſen ununterbrochen geheizt und der Ofen in lebhafte Rothglühhitze verſetzt wird. Das Mehl wird auf dem Heerde von allen Winkeln ſorgfältig zuſammengeſchaufelt und gewendet, alsdann der weiteren Feuerung Einhalt gethan, die Poſt noch eine kurze Zeit durchgekrählt und zuletzt aus dem Ofen in einen unter die Arbeitsöffnung geſtoßenen Blechkarren zum weitern Transport in die Laugfäſſer gebracht.

Röſtprobe. Eine gutgeröſtete Poſt muß aus einem feinen, weich anzufühlenden, durchgängig ſchwarzen Staub beſtehen, der weder rothe Adern noch metalliſch glänzende Theilchen beim Aufreiben in einem Mörſer zeigen darf. Ebenſo muß der Garroſt eine vollkommen ſchwarze Farbe zeigen. Ferner iſt die Gewichtszunahme des Roſtes zu berückſichtigen. Iſt die Gewichtszunahme unter 30%, ſo erhält man ein röthlich ſchwarzes aber nicht metalliſch glänzendes Pulver, wel-

Verfahren bei einer zu ſtark erfolgten Feuerung. ches allemal eine zu ſtarke Feuerung andeutet, indem das ſchwarze Kupferoxyd zu Oxydul reducirt wurde. Iſt dieſes geſchehen, ſo muß man es oft nach dem Garröſten noch einmal mahlen und noch einmal einem einſtündigen Garröſten unterwerfen, bevor man es in die Fäſſer bringt.

Theorie. Während der Abſchwefelungsperiode werden die Metalle oxydirt und der Schwefel, das Arſenik und Antimon verwandeln ſich unter Verflüchtigung von ſchwefliger und arſeniger Säure ſo wie

des Antimonoxyds, ohne das Kochſalz bei dieſer niederen Temperatur zu zerſetzen, in Säuren, die ſich mit den Metalloxyden zu Salzen verbinden. Dieſe Salze ſind aber in zu geringer Menge vorhanden, als daß alles Silber, welches meiſtens als metalliſches Silber im Schwarzkupfer enthalten iſt, durch ihre alleinige Einwirkung auf das Kochſalz in Chlorſilber verwandelt werden könnte, zumal da noch während des Garröſtens der größte Theil des Schwefels, Arſeniks und Antimons ſich verflüchtigt. Der Zuſchlag von Kies oder anderen Schwefelverbindungen wird aber auch, um die Chlorkupferbildung zu vermeiden, nur in möglichſt geringen Mengen und nur bei einem hohen Bleigehalte angewendet, weil das Blei das meiſte Silber enthält und ſchwer ohne Kies aufzuſchließen iſt, durch den Kies aber in ſchwefelſaures Bleioxyd verwandelt wird und zwar um ſo vollſtändiger, je niedriger die Temperatur während des Vorröſtens gehalten wird. Man würde daher gar nicht Schwarzkupfer extrahiren können, wenn das Silber nicht die Eigenſchaft beſäße, für ſich allein das Kochſalz bei einer hohen Temperatur zu zerlegen und ſich in Chlorſilber zu verwandeln, weshalb man auch beim Garröſten eine lebhafte Rothglühhitze anzuwenden pflegt. Ebenſo zerlegt aber auch, wenn auch erſt bei einer noch etwas höheren Temperatur, metalliſches Kupfer und Kupferoxydul das Kochſalz, Kupferoxyd dagegen nur bei einer ſehr hohen Temperatur. Könnte man daher das Vorröſten ſo betreiben, daß alles Kupfer in Kupferoxyd verwandelt würde, ſo würde man das ganze Kupfer in den Rückſtänden behalten und kein Chlorkupfer auslaugen, jedoch bildet ſich ſchon Chlorkupfer in der Anfeuerungsperiode durch die Einwirkung des metalliſchen Kupfers und des Kupferoxyduls auf's Kochſalz und in der Abſchwefelungsperiode um ſo mehr, je länger man während derſelben eine hohe Temperatur beibehält. Da nun die Gegenwart von Chlorkupfer zur Chlorſilberbildung nicht nöthig iſt, wie wir eben geſehen haben, ſondern das Chlorkupfer nur ſchadet, ſo muß man ſeine Entſtehung ſo viel als möglich durch eine möglichſt niedrige Temperatur während des Abſchwefelns ſowie durch eine vollkommen vollendete

Kupferoxyderzeugung vor dem Garröſten vermeiden, wiewohl allerdings durch die Garröſthitze und den Luftzutritt ein Theil des Chlorkupfers wieder in Kupferoxyd zerſetzt wird.

Zweites Capitel.

Laugen.

Das Laugen erleidet keine Veränderung gegen das des Kupferſteins, bietet aber nicht ſo viele Schwierigkeiten dar. Ein Zuſatz von Salz, wenn nöthig auch von Salzſäure, zu dem ins Laugfaß eingeſetzten Erze, iſt ebenfalls nicht zu umgehen.

Abtheilung III.

Nacharbeiten.

Die Rückstände werden, wenn genug Lech bei ihrer Verschmelzung fällt, für sich geknetet und in einem Schachtofen zu Schwarzkupfer verschmolzen, bei Ermangelung von Lech aber mit etwas silberleerem Kies und Kohlenstaub zu Batzen geformt. Bei sehr antimonhaltigen Schwarzkupfern dient der Kieszuschlag zugleich zur Reinigung des Kupfers, da trotz des Röstens mit Kochsalz und der Verflüchtigung der nach dem Vorrösten noch zurückgebliebenen Antimonverbindungen als Antimonchlorid das Antimon sehr selten vollständig entfernt werden kann. Außerdem tritt er auch als ein ausgezeichnetes Reductionsmittel für das Kupferoxyd auf.

Dritter Abſchnitt.

Extraction des Rohſteins.

Die Extraction des wo möglich im Flammenofen oder im Schachtofen concentrirten Rohſteins, die übrigens ſehr ſelten in Anwendung kommen kann, weicht faſt gar nicht von der Extraction eines unreinen Kupferſteins ab. Es wird nämlich der auf dieſelbe Weiſe als der Kupferſtein zu Staub gepochte Rohſtein ohne alle Zuſchläge bei einer ſehr gelinden Temperatur im oberen Heerde eines Doppelröſtofens 3 bis 4 Stunden lang unter fortwährendem Pochen und Krählen vorgeröſtet, dann aber im unteren Heerde einer höheren Temperatur zur Zerſtörung der beim Vorröſten in Unmaſſe gebildeten Metallſalze ausgeſetzt, bis ſich beim allmähligen Uebergießen einer Probe mit heißem Waſſer gar keine Färbung zeigt und Kochſalz einen ſehr reichlichen Niederſchlag von Chlorſilber hervorbringt. Hierauf ſetzt man ebenfalls wie beim Kupferſtein das Kochſalz untermengt mit vollſtändig todtgeröſtetem Rohſteinmehl ſogleich zu und röſtet ½ Stunde gar oder ſiebt, wie bei einem unreinen Kupferſteine, die Gröbe ab, beſchickt das Siebfeine mit 3 bis 6% Salz, je nachdem der Stein mehr oder weniger Blei oder Zink oder Antimon enthält, und unterwirft es einem ein- bis zweiſtündigen Garröſten, das Siebgrobe aber mahlt man, röſtet es noch 2 Stunden vor und fügt das mit todtgeröſtetem Steine gemengte Salz (4 bis 6%) zu. Das Laugen erfolgt auf dieſelbe Weiſe wie beim Kupferſteine.

Vierter Abſchnitt.

Extraction der Speiſe.

Abtheilung I.

Vorarbeiten.

Erſtes Capitel.

Concentriren der Speiſe.

Ein beſonderes Concentriren der Speiſe iſt gewiß nur von Vortheil bei Speiſen, die noch nicht 10% Nickel und Kobalt, dabei aber viel Blei und Kupfer enthalten, wie z. B. bei allen Speiſen, die bei der Bleiarbeit gefallen ſind. Dieſe Speiſen werden unter einem Pochwerke ſo fein wie möglich zerkleinert, in einem Flammenröſtofen mehrere Stunden lang (8 bis 10 Stunden), zuletzt unter Zuſchlag von Holzkohlenkläre oder Sägeſpänen, bei dunkler Rothglühhitze geröſtet, bis die Probe nach dem Abſieben des feinſten Mehles in dem gröberen Korne im Innern keine metalliſche Speiſen beim Aufreiben erkennen läßt, alsdann mit höchſtens 1% Kalk oder entſprechender Kalkmilch eingeſümpft, oder mit 3% Thon angeknetet und entweder mit 5 bis 10% Arſenikkies und 2 bis 3% Schwefelkies (bei ſehr armer Speiſe), oder mit roher ziemlich bleifreier, an Nickel und Kobalt reicher, aber noch zu viel Kupfer enthaltender Speiſe und 1 bis 2% Glauberſalz (weniger gern 4 bis 6% Schwefelkies) in einem Schachtofen mit ⅔ Rohſchlacke und ⅓ Bleiſchlacke

verſchmolzen. Durch den Zuſchlag von Glauberſalz (weniger gern von Schwefelkies) entzieht man der Speiſe zugleich einen großen Theil des Kupfers, indem es in Berührung mit dem Brennmaterial zu Schwefelnatrium (einfach ſchwefligem) reducirt wird und mit dem Kupferoxyd und deſſen Salzen Schwefelkupfer bildet, man daher im Stichheerde zu unterſt Werkblei, darüber die raffinirte Speiſe und darüber endlich einen kupferreichen, das meiſte Silber enthaltenden Stein erhält. Eben daſſelbe erreicht man durch einen Zuſchlag von Schwerſpath, der in Berührung mit dem Brennmaterial Schwefelbaryum und dieſes mit Kupferoxyd Schwefelkupfer bildet, ſich ſelbſt aber oxydirt und in die Schlacke übergeht. Die Bleiſchlacke bewirkt den zu dieſer Arbeit höchſt nothwendigen lauteren Gang und ſcheint die Ausſcheidung des Bleies ſehr zu befördern, die Verſchlackung des Kobalts dagegen ſehr zu verhindern. Der in dem Thone enthaltene Quarz bewirkt nebſt der in der Rohſchlacke enthaltenen Kieſelerde die Verſchlackung der Eiſenoxyde. Ein Sieben vor der Form oder einen Rohgang hat man aber aufs Sorgfältigſte zu vermeiden, indem dadurch die Concentration verhindert wird. Beabſichtigt man aber keine Scheidung des Kupfers und Silbers, ſondern nur eine Concentration der Speiſe, ſo wendet man mit größerem Vortheil einen dem Roaſten des Kupfers ähnlichen Flammenofenproceß an.

Zweites Capitel.

Zerkleinern.

Die ſo erhaltene raffinirte Speiſe wird unter einem Pochwerke ſo fein wie möglich gepocht und mit denſelben Siebvorrichtungen, welche zur Kupferſteinextraction angewendet werden, abgeſiebt; ebenſo wird auch die Siebgröbe gemahlen.

Abtheilung II.

Hauptarbeiten.

Erſtes Capitel.

Röſten.

A. Vorröſten.

Das Vorröſten geſchieht entweder in einem Doppelröſtofen oder in einem einfachen Ofen, deſſen Feuerraum unter dem Röſtheerde hinläuft, wie bei den Arſenöfen.

Nach dem Anfeuern der 3 Centner ſtarken Poſt läßt man die Feuerung niedergehen und verſtärkt ſie noch 1 — 2 Stunden lang nur dann erſt wieder nach und nach, wenn die während des Vorröſtens ſich in ſehr großer Menge entwickelnden Arſendämpfe, welche in Condenſatoren aufgefangen werden, ziemlich nachlaſſen.

Iſt der Hauptzweck des Vorröſtens, der Speiſe jeden Reſt von Metallität zu benehmen, erreicht (was man dadurch erkennt, daß man eine kleine, aber immer gleiche Quantität Röſtpulver durch ein feines Drahtſieb vom Mehle, die zurückbleibende Gröbe aber durch loſes Drücken von der lockeren oxydirten Umhüllung befreit und zuſieht, ob die zurückbleibenden Kerne beim Aufreiben nur noch wenig rohe Speiſe enthalten), ſo ſiebt man die Röſtmaſſe durch ein mit Seidengaze überzogenes Cylinderſieb ab, die Siebgröbe ſchrotet man aber auf einer gewöhnlichen Mühle mit ſo weit geſtellten Steinen, daß nur die das gröbere Korn umhüllenden Oxyde von den noch reguli-

niſche Speiſe enthaltenden Kernen getrennt und dieſe Kerne als Schrot, der nach der Verminderung der Dampfentwicklung wieder zum Vorröſten zurückgegeben wird, abgeſondert werden.

B. Röſten mit Eiſenvitriol.

Zur Verwandlung des im vorgeröſteten, nun ſpecifiſch leicht und wollig gewordenen Mehle wahrſcheinlich im metalliſchen und geſchwefelten Zuſtande vorhandenen Silbers in ſchwefelſaures Silberoxyd, ſo wie der ſchwer durch Hitze zerſetzbaren, arſenikſauren Metalloxydſalze in leicht zerſetzbare ſchwefelſaure Salze, endlich aber auch, um nicht die Chlorſilberbildung bei einer ſehr ſtarken und anhaltenden Feuerung vor ſich gehen laſſen zu müſſen, vermengt man die 4 Ctr. Garröſtpoſt noch mit 3 bis 4 Proc. calcinirtem Eiſenvitriol und unterwirft ſie einem 3- bis 4ſtündigen Röſten bei lebhaftem Feuer, bis die ſtark auflaufende Poſt ſich wieder geſetzt hat, hierauf aber einem nochmaligen Abſieben durch Seidengaze und einem Schroten auf der Mühle. Die hiebei fallende ſehr feſte Röſt- und Siebgröbe kommt unter ein Pochwerk und dann zu dieſem Röſten mit Eiſenvitriol zurück.

C. Garröſten.

Das nun höchſt feine und ſpecifiſch ſehr leichte Mehl wird mit 6 bis 8% Salz, je nachdem das Vorröſten von ſtatten gegangen iſt, beſchickt und in Poſten von 4½ Centner bis 5 Ctr. einem ſo ſtarken Garröſtfeuer, als nur der Ofen herzugeben vermag, 2 bis 3 Stunden lang unterworfen, worauf es ſogleich in die Laugfäſſer eingeſetzt wird.

Iſt die Poſt nicht gut vorgeröſtet, ſo fällt der Chlorgeruch gar nicht auf.

Die Röſtung ganz ſo zu führen, wie zur Amalgamation der Speiſe, iſt wohl möglich und giebt dieſelben Reſultate, iſt aber nicht

ſo vortheilhaft, indem man dann nach dem Garröſten und dem zweiten Sieben und Mahlen noch ein Anglühen des ſchon gargeröſteten Mehles nöthig hat, worauf noch 1 bis 1½ Stunden zu verwenden ſind. Außerdem ſetzt man ſich bei dem oben angegebenen Verfahren nicht ſo ſehr der Verflüchtigung von Chlorſilber aus, weil das Garröſten mit Salz, welches doch bei der höchſten, vom Ofen nur hergegebenen Temperatur erfolgen muß, nicht ſo lange anhält, als bei dem Amalgamationsröſtverfahren; auch wird dabei weniger Kobalt und Nickel in die Lauge übergeführt, weil das in Folge gegenſeitiger Zerſetzung mit Eiſenvitriol ſich bildende ſchwefelſaure Kobalt- und Nickeloxydul zum Theil ſchon wieder zerſetzt wird, ehe es mit dem Kochſalze zuſammenkommt. Bemerkenswerth iſt es übrigens, daß das ſchwefelſaure Eiſenoxydul das arſenſaure Kobaltoxydul eher in Kobaltvitriol umändert, als das arſenſaure Nickeloxydul, dafür aber auch wieder durch ſehr ſtarke Hitze eher zerſetzt wird, woher nur dann verhältnißmäßig mehr Kobalt als Nickel in die Lauge gelangen kann, wenn die Röſtung mit Eiſenvitriol nicht lange genug, oder bei einer zu geringen Temperatur vorgenommen worden iſt.

Den Zuſatz von Eiſenvitriol wegzulaſſen, welcher zur Auflöſung von Nickel und Kobalt unter Umſtänden Veranlaſſung geben kann, iſt allerdings möglich, wenn man das Garröſten bis auf mehrere Stunden verlängert, die Poſt einer ungemein hohen conſtant bleibenden Temperatur ausſetzt, und ſomit das Kochſalz durch das metalliſche Silber ſelbſt zerlegen läßt; doch iſt dabei ein zu hoher Silberverluſt wahrzunehmen. Durch Arſenſäure erfolgt allerdings auch die Zerſetzung des Kochſalzes, aber in dem Garroſte befindet ſich die Arſenſäure an Metalloxyde gebunden, und durch arſenſaure Metalloxyde wird das Kochſalz faſt eben ſo ſchwer zerlegt, als durch ſchwefelſaures Bleioxyd, ausgenommen, wenn man Waſſerdämpfe darüber ſtreichen und ſo ſich Chlorwaſſerſtoffſäure bilden läßt, da ja Salzſäure, welche Subſtanzen enthält, die ihren Sauerſtoff leicht abgeben (worunter die Arſenſäure auch zu rechnen iſt), metalliſches Silber ſehr leicht in Chlorſilber umändert.

Zweites Capitel.

Laugen.

Das Laugen bietet keine Veränderung dar, nur hat man ſorgfältiger auf ein gutes, dichtes Filter und auf die vollkommene Abklärung im Abklärbottich zu achten.

Iſt das Mehl ſo feſt im Laugfaſſe zuſammengeroſtet, daß man es nach dem Laugen kaum wieder aus dem Laugfaſſe bringen kann, ſo muß man das Vorröſten noch ſorgfältiger betreiben, da rohe oder unvollkommen geröſtete Speiſetheilchen die Urſache dazu ſind.

Dadurch, daß ſich ſchwefelſaures Kobaltoxydul eher bildet als ſchwefelſaures Nickeloxyd, läßt ſich auch erklären, daß der beim Verſchmelzen der vorgeröſteten, Schwefeleiſen enthaltenden Speiſe fallende Stein jedesmal im Verhältniß mehr Kobalt enthält als die Speiſe.

Abtheilung III.

Nacharbeiten.

Die Rückſtände, welche höchſtens noch ½ bis 1 Loth Silber enthalten, ſind vorzüglich geeignet zur Darſtellung von metalliſchem Nickel und Kobalt, indem durch die Entſilberung die dazu nöthigen Vorarbeiten ſchon gemacht ſind; jedoch würde es hier zu weit führen, dieſes Proceſſes weiter Erwähnung zu thun.

Zweiter Theil.

Extraction der Erze.

Einleitung.

In Bezug auf die Entſilberung der Erze hat die Extraction zwar über die Amalgamation einen ſo glänzenden Sieg nicht davongetragen, als über die der Hüttenproducte, nicht nur weil die Erzamalgamation höchſt einfach iſt und die ſpecifiſch leichteren Erze auch weniger zu einem mechaniſchen Queckſilberverluſt Veranlaſſung geben, als die Hüttenproducte, welche in Folge ihres hohen ſpecifiſchen Gewichts viel leichter ein Zerſchlagen des Queckſilbers und ein Adhäriren des Amalgams an den Rückſtänden verurſachen, ſondern weil auch der Queckſilberverluſt bei der Amalgamation der Erze noch geringer zu erwarten ſteht, ſobald das Verwaſchen der Rückſtände in einer größeren Vollkommenheit, d. h. in mehreren etagenweiſe untereinander ſtehenden und zur Aufnahme des nöthigen Verdünnungswaſſers mit jeder tieferen Etage immer größer werdenden Waſchbottichen erfolgt; auch bietet die Amalgamation in Bezug auf die Beaufſichtigung mehr Bequemlichkeit, als die Extraction; dennoch kann an manchen Orten der im Vergleich zum Kochſalze ſehr hohe Preis des Queckſilbers und die Nothwendigkeit einer Umtriebskraft zu den Anquickfäſſern ſehr für die Extraction ſtimmen, ja für beſondere Fälle, wo die kaufmänniſchen Intereſſen die der Staatsökonomie überwiegen, wie z. B. in weniger cultivirten Ländern, unbedingt entſcheiden.

Abtheilung I.

Vorbereitende Arbeiten.

Die für den Extractionsproceß tauglichen Erze beſtehen gewöhnlich aus Glaserz, Rothgültigerz, Fahlerz, Chlorſilber, zuweilen auch aus fein angeflogenem oder eingeſprengtem, gediegenem Silber, ferner aus Grauſpießglanzerz, Arſenkies, Zinkblende, ſehr wenigem Kupferkies, Bleiglanz und den ſie begleitenden Bergarten, und variiren in ihrem Silbergehalte von 2 bis 50 Loth im Centner. Obgleich Erze von jedem Silbergehalte extrahirt werden können, ſo würde es doch die Ueberſicht und Leitung des Proceſſes ſehr beeinträchtigen, wollte man jede Sorte für ſich extrahiren, da jedes Erz eine andere Behandlung verlangt. Man miſcht daher ſämmtliche, von den Gruben meiſtens ſchon als feines Pulver oder durch Mahlen in ſolches verwandelte Erze von den verſchiedenſten Gehalten mit einander zu einem Durchſchnittsgehalte, welcher nach den Lieferungsverhältniſſen ſo lange als möglich conſtant bleiben kann, aber natürlich nicht zu gering ſein darf, da ſonſt die Ausbringungskoſten zu hoch ausfallen würden. Bei einer ſehr großen Auswahl von Erzen unterſcheidet man wohl auch reiche und weniger reiche Beſchickungen, um die von den reichen Erzen meiſtens auch etwas reicher ausfallenden Rückſtände nicht unter den ſehr armen von einer weniger reichen Beſchickung verloren gehen zu laſſen. — Kupfererze entzieht man gern der Extraction, weil das Kupfer zum größten Theil in den

Rückständen bleibt, aus den entsilberten Rückständen aber nicht mit Vortheil durch den Schmelzproceß gewonnen werden kann. Hat man aber sehr reine und reiche Kupfererze, so behandelt man sie ganz wie Kupferstein.

Zur Bildung von Chlorsilber wird das Erz noch mit Kochsalz beschickt und zwar mit um so größeren Quantitäten, je reicher das Erz an Silber und je schwerer es sich aufschließen läßt, d. h. je mehr es aus dürren Erzen besteht. So vortheilhaft es sowohl zur Zerlegung des Kochsalzes als vorzüglich zum leichten Aufschließen, zur Ersparung von Brennmaterial und Vermeidung des Silberverlustes ist, so viel kiesiges Erz, wie bei der Amalgamation, unter das Dürrerz zu beschicken, daß die Rohsteinprobe 30 bis 35% Rohstein in der ganzen Beschickung angiebt, so selten wird es der Extractionsproceß gestatten, da man alsdann sehr oft die Lauge vom Glauberſalze reinigen oder neue Lauge bereiten müßte, und daher entweder sehr viele Bassins und Krystallisationsgefäße haben, oder das Kochsalz zu einem sehr geringen Preis, wie z. B. an Meeresküsten, bei Sicilien ꝛc. erlangen können müßte. Bei einem die Dürrerze bedeutend überwiegenden Vorrath von kiesigen Erzen ist man daher genöthigt, dieselben so lange vorzuröſten, bis das Selbstglühen aufhört, wo möglich noch 1 Stunde lang todt zu röſten, hierauf mit den Dürrerzen zu vermischen und dann mit 4 bis 6% Salz zu beschicken, so daß man in diesem Falle an Kochsalz erspart, zu gleicher Zeit aber auch ein reineres Cementsilber erhält, indem alsdann nach Zerstörung des größten Theils der schwefelsauren Metalloxydsalze auch weniger Chloride und Chlorüre in die Lauge übergeführt werden und sich daher auch weniger als basische Salze wieder aus der Lauge auf's Silber in Berührung mit der Luft ausfällen können.

Um aber ein ganz gleichförmiges Gemenge zu erhalten, vertheilt man jede einzelne Erzpost über den ganzen Beschickungsplatz, der gewöhnlich über den Röſtöfen angelegt ist, und zwar zu unterst gern trocken gepochtes Erz, dann gewaschenes und auf dieses eben ausgebreitete Erz eine Schicht von Kochsalz, welches vorher durch

Sieben von Pfannenſtein und Klümpern befreit worden iſt und durch mehrere Lutten aus den darüber gelegenen Salzmagazinen herunter gelaſſen wird. Auf das breitgezogene Kochſalz ſtürzt man von Neuem die verſchiedenen Erzſorten und darauf wiederum Salz und wiederholt dies noch einmal; aber jeder Aufzug, wie man jede Lage Salz und Erz zu nennen pflegt, wird immer kleiner und kleiner, und während z. B. der erſte Aufzug aus 200 Ctrn. Erz und 20 Ctrn. Kochſalz beſteht, verwendet man zum zweiten Aufzug nur 150 Ctr. Erz und 15 Ctr. Salz, zum dritten 100 Ctr. Erz und 10 Ctr. Salz, zum vierten 70 Ctr. Erz und 10 Ctr. Salz, zuletzt aber noch eine Decke von 30 Ctrn. Erz.

Reiches Erz verwendet man am beſten zum 2ten und 3ten Aufzug und bringt es unmittelbar auf's Salz. Ebenſo wird der Flugſtaub unmittelbar auf's Salz, und zwar ſo dünn als möglich darauf ausgebreitet.

Iſt die Beſchickung auf dieſe Weiſe vorgerichtet, ſo erfolgt gewöhnlich den andern Tag das Mengen derſelben, wobei ein Mann ſo ſenkrecht wie möglich die verſchiedenen Lagen mit einer Kratze durchſchneidet, während ein anderer Arbeiter das Losgetrennte mit der Schaufel auf einen Haufen, der nach und nach kammartig wird, wirft, bis die ganze Beſchickung gemengt iſt. Das auf dieſe Weiſe gemengte Erz und Salz wird durch ein horizontal hängendes grobes Drahtſieb mit transportabelm Geſtelle geſchlagen, die zurückbleibenden Klümpern zerklopft und das Ganze in Röſtpoſten, die ſogleich auf den Poſtenheerd aufgeſtürzt werden, eingetheilt.

Abtheilung II.

Hauptarbeiten.

Röſten und Laugen.

Die Röſtpoſt, welche aus 4,9 Ctrn. feuchtem Erze oder 4,5 Ctrn. trockenem Erze beſteht, wird unmittelbar durch eine Lutte auf den 4¾ Ellen langen und 3½ Ellen breiten Heerd eines ungariſchen Röſtofens, deſſen Gewölbe 16 bis 18 Zoll vom Heerde abſteht und am Fuchſe zur gleichförmigeren Vertheilung der Hitze ſtark niederzuziehen iſt, gebracht, daſelbſt mit der Wendſchaufel zuerſt mehr nach der Feuerbrücke, aber ja nicht unmittelbar daran geſchafft und dann mit dem Krähle breit gezogen, die Oeffnung der Schlotte aber ſogleich wieder mit einem Deckel verſchloſſen und auf den Deckel die nächſte Poſt geſtürzt, um das Aufſteigen von Dämpfen in den Schichtſaal zu vermeiden. Da das Röſten ununterbrochen fortgeht, ſo beſitzt meiſtens der Ofen jene zum Trockenrühren der feuchten Poſt nöthige ſchwache Rothglühhitze und nach einigen Minuten iſt dieſelbe vollkommen trocken, aber die Entſtehung von Klümpern, deren Vorhandenſein nicht nur die Rückſtände reicher macht, ſondern auch die Nacharbeiten vermehrt, hat ſelbſt bei dem beſten Durchrühren nicht ganz vermieden werden können. Deshalb wird die Poſt Manipulation.

mit einer Krücke auf dem Heerde zu einem von der Feuerbrücke nach dem Fuchse hin sich erstreckenden Kamme zusammengezogen und davon ein Theil nach dem anderen mit einem Klopfhammer durchklopft. Die durchklopfte Quantität schiebt der Röster jedesmal hinter und fährt so fort, bis nach und nach der ganze Kamm durchklopft ist. Alsdann breitet man das ganze Haufwerk so sorgfältig als möglich auf dem Heerde aus und beginnt die eigentliche Röstung, die in folgende drei Abstufungen eingetheilt zu werden pflegt:

1) in das Anfeuern;

2) in das Abschwefeln und

3) in das Gutrösten (Garrösten).

Das Anfeuern, wodurch man die Masse nach ihrem vollkommenen Trocknen in Folge des nach und nach verstärkten Feuers ins Glühen setzt, dauert etwa 1½ Stunden. Dabei darf aber die Hitze nicht so sehr gesteigert werden, daß das Erzpulver zusammen zu backen anfängt. Auch muß es, wenn es an der Feuerbrücke eine schwache Glühhitze angenommen hat, gewendet werden, wodurch das Ankommen, d. h. das Glühendwerden des Erzes sehr befördert wird.

Das Abschwefeln tritt ein, wenn das Erz in Folge des Verbrennens des Schwefels im Schwefelkiese über und über glüht, worauf der Arbeiter mit dem Heizen aufhört, so daß während des Abschwefelns nicht nur durch die Arbeitsthür, sondern auch durch den Rost die zur Oxydation nöthige Luft strömt. Der Zusammenhang der Theilchen wird, sowie der Schwefel vollkommen brennt, sehr locker und ein Auflaufen der ganzen Masse macht sich bemerkbar, nach und nach aber nimmt die Gluth des Erzes ab, es setzt sich das Erz wieder zusammen, und das Krählen erfolgt nicht mehr so leicht, wie vorher, bis die Masse während eines beständigen, die Berührung aller Erztheilchen mit der oxydirenden atmosphärischen Luft sehr begün-

ſtigenden Krählens ganz dunkel geworden iſt, was gewöhnlich in 1¾ bis 2¼ oder 4 Stunden nach dem Einbringen der Poſt in den Ofen erfolgt. Hierauf ſchreitet man zum

Garröſten, welches in einem abermaligen Erhitzen der Poſt durch ein kurzes, meiſt nur ½ Stunde anhaltendes, aber ſehr ſtarkes Feuer beſteht. Dabei ſchwillt unter fortwährendem Krählen die Röſtpoſt wieder auf, wird wollig und entwickelt über und über dicke weißlich graue Dämpfe von Chlor und mehreren Verbindungen deſſelben mit anderen Subſtanzen. Iſt dieſe Erſcheinung erreicht, ſo wird das Erz aus dem Ofen genommen und könnte ſofort in die Laugfäſſer gebracht werden, wenn keine Zuſammenſinterung während des Röſtens ſtattfände. Wegen der Röſtgröbe aber, die nur unvollſtändig durchgeröſtet iſt, daher auf der Mühle geſchroten und dann nach der Anfeuerungsperiode der Röſtpoſt zugeſetzt, oder 2 Stunden lang mit 2% Salz geröſtet wird, wirft man das heiße Erz durch einen Durchwurf, deſſen Seitenwände Ziegel bilden und das Durchwurfſeine ſetzt man noch heiß in die Laugfäſſer mit 1 bis 2% friſchem Kochſalz gemengt ein.

Nicht ſelten erhält man jedoch hierdurch nur unzureichende Reſultate, und man iſt genöthigt, das mit Salz gemengte Erz nach dem Abſchwefeln aus dem Röſtofen zu ziehen, nach dem Entfernen der Gröbe durch Abſieben es zu mahlen, dann wieder in den Röſtofen durch die Arbeitsöffnung zum Gutröſten zu bringen und das 1½ bis 2 Stunden lang bei einem ſtarken Feuer gutgeröſtete Erz erſt in die Laugfäſſer einzuſetzen.

Ein Nachſetzen von Kochſalz zu dem ohne Salz vorgeröſteten Erze, ſelbſt wenn man es der vollkommenen Vertheilung halber, wie bei der Kupferſteinextraction, mit bedeutenden Mengen todtgeröſteten Erzes gemengt zuſetzte, hat zwar ein Ausfällen von reinerem Silber und ein beſſeres Laugen gewährt, ſo wie eine geringe Erſparung von Kochſalz zugelaſſen, die Zeit des Gutröſtens aber bedeutend verlängert,

ohne die des Abschwefelns abzukürzen, da das Kochsalz während des Abschwefelns die Röstmasse nur locker hält und so die Oxydation sehr begünstigt. Das Rothgültigerz aber scheint sich, vorzüglich bei Ermangelung von Kupfererzen, während des Vorröstens ohne Kochsalz sehr schwer zu zersetzen, d. h. in schwefelsaures Silberoxyd umzuändern, zu gleicher Zeit aber auch das gebildete schwefelsaure Silberoxyd nur durch die Gegenwart von schwefelsaurem Kupferoxyde vor der theilweisen Zersetzung geschützt zu werden. Weniger wahrscheinlich ist die Einwirkung der Kieselerde auf die Silberverbindungen.

Stehen sehr viele Lauggefäße so wie ein gut zu erwärmendes Lauglocal zu Gebote, so kann man auch denselben Gang für die Extraction verfolgen, wie ihn die Amalgamation vorschreibt, daß man nämlich unmittelbar auf das Abschwefeln das Gutrösten folgen, dann die Post erkalten läßt, das Ganze durchwirft, das Durchwurfsfeine in Cylindersieben, wovon der oberste Theil mit Seidengaze zur Gewinnung des schon im Erze enthaltenen Mehles umgeben ist, siebt, das Siebfeine mahlt und das Mehl mit 1 — 3% Salz kalt in die Laugfässer einsetzt; jedoch ist es dann von Vortheil, die ersten 4 bis 6 Stunden die Filtration von unten nach oben erfolgen zu lassen, indem man die Lauge durch eine Röhre unterhalb der Filtrirvorrichtung in den Laugbottich einführt, die Masse durchdringen läßt und oben etwa in einer Höhe von 4″ über dem Erze in einen Klärkasten und von da in die Fällgefäße durch eine Röhre abführt, nach 4 bis 6 Stunden aber die Filtration von oben nach unten durch einen unten an der der Einfallröhre entgegengesetzten Seite des Laugbottichs angebrachten Hahn erfolgen läßt, da durch das Aufdringen der Lauge die Erztheilchen lockerer gehalten zu werden scheinen, während sie bei einer Filtration von oben nach unten sich so fest zusammensetzen, daß die Filtration in den Laugfässern nach und nach fast ganz aufhört.

Ebenso kann man Mehl, welches ganz wie zur Amalgamation

vorbereitet worden iſt, in einer um eine horizontale Axe ſich drehenden Tonne mit concentrirter Salzlauge unter Hinzufügung von Salz behandeln, dann das Erzmehl ſich abſetzen laſſen, was durch ſtarke Verdünnung der breiigen Maſſe mit concentrirter warmer Salzlauge einigermaßen begünſtigt wird, und die helle Lauge in einen Klärbottich und von da in die Fällgefäße bringen. In die Tonne gießt man neue Lauge und fährt ſo fort, bis keine Silberlauge mehr an den Rückſtänden adhärirt. Jedoch iſt das Abſetzenlaſſen der Erztheilchen ſehr umſtändlich, ein Filtriren aber ganz unmöglich, da das Mehl nach einigen Umgängen mit Lauge einen faſt keinen Tropfen durchlaſſenden Schlamm bildet.

Reine Dürrerze verlangen eine ſehr vollkommene Zerkleinerung, einen ſtärkeren Kochſalzzuſchlag (12 bis 18%) und ein ſehr ſtarkes Röſtfeuer von Anfang bis zu Ende, da ſie ſich ſehr ſchwer aufſchließen laſſen. Daß aber dabei, wo nur durch ein äußeres heftiges Feuer die Aufſchließung und Chlorſilberbildung erfolgt, ein größerer Silberverluſt ſtattfindet, iſt natürlich, weshalb man ſie in Ermangelung von Kieſen gern mit 2 bis 3% calcinirtem Eiſenvitriol entweder ſogleich zuſammenmahlt oder mit demſelben im gemahlenen Zuſtande ſorgfältig nebſt dem Kochſalze mengt. Ein Einſumpfen der Erze mit Eiſenvitriollauge enthebt zwar den Arbeiter des Calcinirens und des gleichförmigen Mengens, jedoch vermehrt es die Klümperbildung während des Röſtens. Ob die Röſtung durch ein Mahlen unterbrochen werden muß, richtet ſich nach den Rückſtandsgehalten, ebenſo die Dauer des Röſtens, wiewohl die Reinheit und Menge des an dem Kupfer ſich abſetzenden Silbers beim Auslaugen einer Probe ziemlich das Anhalten giebt.

Stockungen beim Filtriren werden ebenfalls wie bei der Kupferſteinextraction durch erwärmte Salzſäure beſeitigt.

Die Theorie iſt ähnlich der der Kupferſteinextraction. Theorie.

In der Anfeuerungsperiode entweicht zuerſt das Waſſer

und dann beginnt ein großer Theil von Arsen, Antimon und Schwefel im oxydirten Zustande sich zu verflüchtigen.

In der Abschwefelungsperiode ist die Oxydation der Schwefelmetalle im vollen Gange. Ein kleiner Theil des Schwefels entweicht nur anfangs als solcher, ein anderer und sehr bedeutender verbrennt zu schwefliger Säure und ein dritter geht in trockene Schwefelsäure über; endlich bleiben die Basen theils als freie Oxyde, theils als basische und neutrale schwefelsaure Salze zurück. Das Kochsalz wird während dieser Zeit nur zu einem sehr geringen Theil zerlegt und begünstigt nur die Oxydation, indem es die einzelnen Erztheilchen getrennt von einander hält. Vorzüglich erst

in der Garröstperiode erfolgt die Zersetzung des Kochsalzes durch die in Folge der hohen Temperatur sich aus den Metallsalzen entwickelnde Schwefelsäure oder durch die Metalle und Metallverbindungen selbst, wie wir schon oben gesehen haben. Das dabei frei werdende Chlor und Chlorwasserstoffsäure, welche, wie wir oben gesehen haben, in Folge des sich aus dem Brennmaterial entwickelnden Wasserdampfes und der Feuchtigkeit der Luft entsteht, wirkt hauptsächlich auf die noch nicht zerlegten Silberverbindungen, als Rothgültigerz, Fahlerz ꝛc. ein und verwandelt es unter Bildung von Chlorschwefel, Arsen- und Antimonchlorid und Wasser in Chlorsilber um, so daß die Post nach dem Gutrösten besteht:

1) aus den Erden und den sich gebildet habenden Erdensalzen, die oft, wie z. B. Gips, die Extraction ganz unmöglich machen, indem nicht nur derselbe die Filtration verhindert, sondern auch zwischen den einzelnen Fäden des niedergeschlagenen Silbers sich einlegt und so das Silber verunreinigt. Man muß daher das gipshaltige Silber mit den Händen unter Wasser zerreiben und so den Gips durch öftere Wiederholung in vielem Wasser aufzulösen suchen;

2) aus vielem Eisenoxyd, basisch schwefelsaurem Eisenoxyd, Eisenchlorür und Eisenchlorid,

3) aus Manganoxyd, ſchwefelſaurem Manganoxydul und Manganchlorür,

4) aus Kupferoxyd, ſchwefelſaurem Kupferoxyd, Kupferchlorid und Kupferchlorür,

5) aus ſchwefelſaurem Bleioxyd mit ſehr geringen Mengen Chlorblei,

6) aus Chlorſilber,

7) aus antimoniger Säure, Zinkoxyd und noch kleinen Reſten von unzerlegten Schwefelmetallen,

8) aus Glauberſalz mit einigem noch nicht zerlegten Kochſalz.

Zur leichtern Ueberſicht iſt der ganze Proceß in chemiſchen Formeln in Folgendem tabellariſch dargeſtellt.

Vor der Röstung.	Nach dem Abschwefeln		
	sind verflüchtigt:	bleiben zurück:	
		aufgeschlossen:	unaufgeschlossen:
NaCl (Kochsalz).		NaS̈, NaCl	
F̋e (Schwefelkies).	S̈	Ḟe S̈, F̈e, F̈e S̈	Ḟe
Ċu F̋e (Kupferkies).	S̈	Ḟe S̈, F̈e, F̈e S̈, Ċu, Ċu S̈	Ḟe, Ċu
$FeS^2 + FeAs^2$ (Arsenkies).	S̈	Ḟe S̈, F̈e, F̈e S̈, F̈e Ä̈s	Ḟe, FeAs
Ág (Glaserz).	S̈	Ág S̈	Ág
$Ag^3 Ä̋s$ (lichtes Rothgültigerz).	Ä̈s, S̈	Ág S̈	Ág Ä̋s
$Ag^3 S̋b$ (dunkles Rothgültigerz).	S̈b, S̈	Ág S̈	Ág S̋b
		auf Kosten der übrigen schwefelsauren Metalloxydsalze.	
Ṕb (Bleiglanz).	S̈	Ṕb S̈	Ṕb
S̋b (Grauspießglanz).	S̈b	S̈b	S̋b
Ż̇n (Zinkblende).	S̈	Ż̇n, Ż̇n S̈	Ż̇n
NiAs (Nickelkies).	Ä̈s	Ṅi Ä̈s	Ni^2As
Ṁn (irgend eine Manganverbindung).	S̈	Ṁn S̈, M̈n	Ṁn

Nach dem Gutröſten		Laugen.	
ſind verflüchtigt:	bleiben zurück:	In concentrirter Kochſalzlauge ſind davon auflöslich:	Aus der Auflöſung wird als Metall gefällt durch Kupfer:
Cl, NaCl	$\dot{N}a\ddot{S}$, NaCl	NaCl, $Na\ddot{S}$	
$FeCl^3$, SCl	$\ddot{F}e$, $\ddot{F}e\ddot{S}$, $FeCl^3$, FeCl	FeCl, $FeCl^3$	
SCl, $FeCl^3$, CuCl	$\dot{C}u$, $\dot{C}u\ddot{S}$, $\ddot{F}e$, $\ddot{F}e\ddot{S}$, FeCl, $FeCl^3$, CuCl, CuCl	FeCl, $FeCl^3$, CuCl, CuCl	
$\ddot{A}s$, SCl, $AsCl^3$, $FeCl^3$	$\ddot{F}e$, $\ddot{F}e\ddot{S}$, FeCl, $FeCl^3$, $\ddot{F}e\ddot{A}s$	FeCl, $FeCl^3$	
SCl	AgCl	AgCl	Ag
$AsCl^3$, SCl	AgCl	AgCl	Ag
$SbCl^3$, SCl	AgCl	AgCl	Ag
$\dot{P}b$, PbCl, SCl	$\dot{P}b\ddot{S}$, PbCl	PbCl	Pb*
$SbCl^3$, SCl	$\ddot{S}b$, $\ddot{S}b$	$SbCl^3$	Sb*
SCl, ZnCl	$\dot{Z}n$, $\dot{Z}n\ddot{S}$, ZnCl	ZnCl	Zn*
$AsCl^3$	$\dot{N}i\ddot{A}s$, NiCl	NiCl	Ni*
SCl, $MnCl^3$	$\ddot{M}n$, $\ddot{M}n\ddot{S}$, MnCl	MnCl	

NB. Die mit * bezeichneten Metalle werden nur zum Theil aus der Kochſalzauflöſung durch Kupfer gefällt, vollſtändiger aber durch Eiſen.

Abtheilung III.

Nacharbeiten.

Sollten die Rückstände noch zu reich ausgefallen sein, d. h. noch über 1 Loth Silber im Centner enthalten, so trocknet man sie womöglich im Sommer auf einem freien Platze unter öfterem Wenden und Zerklopfen der Stücken, mengt sie mit 2% Kochsalz, wirft sie des vollständigeren Mengens wegen durch einen Durchwurf und setzt sie 1½ bis 2 Stunden lang einem sehr starken anhaltenden Röstfeuer aus in einem wenigstens 15 Ctr. fassenden, englischen Röstofen. Hierauf bringt man sie, zugleich unter Zusatz von 1% Salz, in die Laugfässer, welche zur Erzextraction dienen, oder vortheilhafter in größere, und behandelt sie weiter wie jedes Lauggut. In 3 bis 4 Stunden ist gewöhnlich die gewünschte Entsilberung erreicht.

Abtheilung IV.

Ueber eine Combination der Auguſtin'ſchen Extraction mit einem Theile der amerikaniſchen Amalgamation.

Unendlichen Vortheil würde die Auguſtin'ſche Extraction darbieten, wenn man, wie nach den bisher aufgeſtellten Theorien über die amerikaniſche Amalgamation erwartet werden darf, die Chlorſilberbildung auf demſelben Wege, wie zur amerikaniſchen Amalgamation erfolgen laſſen und dann das Chlorſilber mit concentrirter Kochſalzlauge extrahiren könnte. Aber hierdurch iſt man kaum im Stande, $\frac{1}{8}$ des Silbergehaltes aus den Erzen ohne vorausgegangene Röſtung zu extrahiren.

Es iſt zwar wahr, daß Kochſalz ſich mit dem ſchwefelſauren Kupferoxyde des Magiſtrals in ſchwefelſaures Natron unter Kupferchloridbildung zerſetzt, daß das erzeugte Kupferchlorid Chlor an das gediegene Silber abzugeben im Stande iſt und dabei zu Kupferchlorür ſich verwandelt, daß ferner Kupferchlorür bei einem Ueberſchuſſe von Kochſalz, in welchem es ſich mit der geringen Menge von ſchon gebildetem Chlorſilber auflöſt, mit einem anderen Theile des Schwefelſilbers unter Chlorſilberbildung in Unterſchwefelkupfer ſich zerlegt, daß endlich Chlorſilber unter Mitwirkung von Kochſalz und der dadurch beförderten elektrochemiſchen Thätigkeit durch Queckſilber reducirt und amalgamirt wird. Aber alle dieſe chemiſchen Vorgänge dienen bei der ganzen amerikaniſchen Amalgamation nur zur Einleitung des eigentlichen Amalgamationsproceſſes.

Welcher enorme Queckſilberverluſt durch Calomelbildung müßte auch dann bei der amerikaniſchen Amalgamation wahrzunehmen ſein, wenn die bisher aufgeſtellten Theorien wirklich das Princip der ganzen amerikaniſchen Amalgamation ausmachten? Wie ſollte man ſich auch den Umſtand erklären, daß bei der ſtärkſten tropiſchen Sonne in einem bloß mit Magiſtral und Salz, ja ſogar noch mit Braunſtein innig gemengten Haufen nach Monaten faſt gar keine Veränderung und gegenſeitige Reaction wahrzunehmen iſt, dieſe aber augenblicklich eintritt, ſobald man das Queckſilber hinzufügt? Daher können die bisherigen Theorien nicht das Princip, ſondern nur die Einleitung und Beförderung des Proceſſes in ſich faſſen, d. h. ſie ſind inſofern ganz richtig, als bei Gegenwart von Metallſalzen jede chemiſche Thätigkeit erhöht und durch die Einwirkung des Kupferchlorids, des Kupferchlorürs und des Kochſalzes die Oberfläche des gediegenen Silbers in Chlorſilber verwandelt, dieſes dann durch Queckſilber reducirt und ſomit das nun mit ganz reiner und daher ſehr leicht amalgamirbarer Oberfläche hervortretende Silbertheilchen ſofort amalgamirt wird, als ferner der erſte Angriff zur Zerſetzung des Schwefelſilbers durch Kupferchlorid bei dem Ueberſchuſſe von Kochſalz zwar ſtattfinden kann, daß aber erſt durch Hinzufügen von Queckſilber ſeine vollſtändige Zerſetzung in Chlorſilber und metalliſches Silber möglich iſt.

Das Queckſilber nämlich begünſtigt nicht nur die Umwandlung des Kupferchlorids zu Kupferchlorür und verwandelt ſich in geringen Quantitäten zu Queckſilberchlorür, welches wie Kupferchlorür auf das gediegene Silber und Verbindungen deſſelben wirkt, ſondern reducirt auch das Kupferoxyd, welches in Oxydul zu verwandeln ja ſelbſt Silber im Stande iſt, hauptſächlich bei Gegenwart von concentrirter Kochſalzlauge zu Kupferoxydul, und dieſes zerſetzt, unterſtützt durch die ſcharfe Lauge, das Schwefelſilber unter Bildung von Schwefelſäure in metalliſches Silber, welches ſogleich im Entſtehungszuſtande vom Queckſilber aufgenommen wird, während die dabei freigewordene Schwefelſäure das Kochſalz zerlegt, Salzſäure

dadurch erzeugt und dieſe den ganzen Proceß ungemein unterſtützt. Demnach beruht das Princip der amerikaniſchen Amalgamation mehr auf einer Bloßlegung der Oberfläche des gediegenen Silbers und Zerſetzung des Schwefelſilbers in metalliſches Silber, als auf einer Chlorſilberbildung. Beſtätigt wird auch dieſe Theorie durch die ungemein günſtige Einwirkung eines ſchon ſeit vielen Jahren in Amerika angewandten Zuſatzes von Präcipitationskupfer oder noch beſſer, der vollkommneren Vertheilung wegen, von Kupferamalgam. Somit iſt eine Extraction verbunden mit einem Theile des amerikaniſchen Amalgamationsproceſſes ohne vorausgegangene Röſtung a priori nicht denkbar.

Anhang I.

Entsilberung des Kupfersteins und rein kiesiger Erze durch die Ziervogel'sche Methode.

Einleitung.

Kaum hatte die Auguſtin'ſche Extractionsmethode einen glänzenden Sieg über die Kupferſteinamalgamation davon getragen, als der Hüttenfactor Ziervogel im Mannsfeld'ſchen einen noch einfacheren Weg der Entſilberung auffand und nicht ungünſtige, wenn auch nicht ſehr ſichere Reſultate dadurch erzielte. Dieſer Weg beſteht darin, daß beim Röſten in einem Doppelröſtofen durch die Einwirkung von ſchwefelſaurem Eiſenoxyd und ſchwefelſaurem Kupferoxyd auf das in Kupferſteinen oder in kieſigen Erzen enthaltene Schwefelſilber ſchwefelſaures Silberoxyd gebildet und dann durch heißes Waſſer ausgezogen wird, und iſt wahrſcheinlich die einfachſte Manipulation, die man ſich nur denken kann, da ſich deſſelben auch die Natur zur Auflöſung und nachmaligen Concentration des Silbers in Gangſpalten u. ſ. w. bedient hat und ein Proceß der Natur aber gewiß als der ſicherſte Wegweiſer zur größtmöglichſten Einfachheit eines künſtlichen Proceſſes anzuſehen iſt.

Vorrichtungen.

Der zu dieſer Entſilberung nöthige Apparat beſteht nur aus einer bleiernen Pfanne, die über dem Röſtofen angebracht iſt und

so durch die beim Rösten verloren gehende Wärme erhitzt wird. Von dieser Pfanne wird durch eine bleierne, mit Hähnen versehene Röhre das bis beinahe zur Siedehitze erwärmte Wasser in 6 bis 8 Laugfässern von 1½ Ellen Höhe und 1 bis 1½ Ellen Weite geleitet. Unmittelbar unter diesen Fässern befindet sich der Klärkasten, unter demselben so wie längs desselben sind 12 bis 16 wie die Laugfässer angerichtete Silberfällbottiche aufgestellt, und unter diesen wiederum terrassenförmig 6 bis 8 oder noch mehr Kupferfällbottiche aufgepflanzt. Endlich ist noch ein Laugenreservoir nöthig, aus welchem zur weiteren Anreicherung an Kupfervitriol die Lauge wieder zurück in die Laugpfanne gehoben wird, und ein zweites, in welches die durch Eisen vollkommen entkupferte Lauge fällt und welches ebenfalls durch eine Pumpe mit der Laugpfanne in Verbindung steht.

Die zu den Nacharbeiten nöthigen Apparate als: Knetbühne, Trockenhorden, Darrofen u. s. w. sind dieselben wie bei der Augustin'schen Methode.

Manipulation.

Das Verfahren bei dieser Entsilberungsmethode ist schon früher bei dem für die Augustin'sche im Allgemeinen mit erwähnt worden. Man röstet aber den möglichst feingemahlenen Stein mit größerer Vorsicht, nicht nur zur Vermeidung aller Röstgröbebildung, sondern zur Erzeugung der größtmöglichsten Menge von Kupfervitriol, in einem Doppelröstofen bei einer ganz allmähligen bis zur größten Weißglühhitze gesteigerten Temperatur so lange, bis eine aus dem Ofen von der Feuerbrücke genommene und auf einen Kamm in einer Schale zusammengeschobene Probe nach tropfenweiser Hinzufügung von Wasser nur eine höchst schwach blaugefärbte Lauge giebt und ein Körnchen Kochsalz in diese concentrirte Lauge gebracht, einen voluminösen käsigen Niederschlag hervorbringt, d. h. bis beinahe alles schwefelsaure Kupferoxyd durch die Hitze zerstört und alles Schwefelsilber

in schwefelsaures Silberoxyd umgewandelt ist. Alsdann wendet man sorgfältig und giebt unter fortwährendem Krählen nochmals das stärkste Feuer, bis eine von der Feuerbrücke weggenommene Probe obige Eigenschaft ebenfalls anzeigt. Den so vorbereiteten Stein wirft man durch einen stehenden Durchwurf und hierauf so heiß und schnell wie möglich in ein Laugfaß, dessen Filtrirvorrichtung mit Schwefelsäure haltigem Wasser angefeuchtet worden war, schlägt dann das siedend heiße Wasser (oder Lauge) aus der Laugpfanne darauf, gießt, da sich schwefelsaures Silberoxyd leichter in Schwefelsäure haltigem Wasser als in reinem Wasser auflöst, etwas Schwefelsäure in das über dem Steine kochende Wasser, und öffnet, sobald die ganze Masse sich durchzogen hat, den Hahn. Die Silberlauge gelangt, nachdem sie den Klärkasten passirt hat, in ein Präcipitationsgefäß, auf dessen Filter sich eine Schicht Cementkupfer und darauf wieder Kupferabfälle oder Rosettenkupfer sich befindet, und bleibt hierin so lange stehen, bis das Silber sich dendritenförmig daran niedergeschlagen hat. Darauf wird die Lauge durch einen unten am Präcipationsgefäße angebrachten Hahn in ein Sammelbassin abgelassen und von da in die Laugpfanne zurückgebracht, bis sie zu Kupfervitriol in einer ebenfalls durch die beim Rösten verloren gehende Wärme erhitzten Pfanne versotten werden kann.

Silberhaltige Kupfererze lassen sich auf dieselbe Weise entsilbern und schon vor beinahe zwanzig Jahren hatte William Pollard sich für eine auf demselben Princip beruhende Entsilberungsmethode ein Patent vom Gouvernement in Mexico ertheilen lassen. Er röstete nämlich die silberhaltigen Kupfererze ebenfalls ohne Kochsalz, brachte sie in einem Anquickfasse mit einer aus verdünnter Schwefelsäure und etwas Salpetersäure bestehenden Lauge und mit kupfernen Kugeln zusammen und setzte dann zur Auffammlung des durch Kupfer aus der Auflösung niedergeschlagenen Silbers Quecksilber hinzu.

Rein kiesige Erze. Silbererze lassen sich entweder ebenso wie die Kupfererze behandeln oder man läßt sie, wie man

auch bisweilen bei unreinen kiesigen Kupfererzen zu thun genöthigt ist, nach einer starken Anfeuerung, ohne nachzuschüren, abschwefeln, mahlt sie für sich oder, wenn nöthig, mit 1 bis 2% Kupfervitriol oder 5% Kupferkies und unterwirft das Gemenge einem sehr starken Glühfeuer, bis eine mit heißem Wasser behandelte Probe obige Merkmale, d. h. eine wasserhelle, klare oder höchstens ganz schwach blau, aber ja nicht grünlich gefärbte Lauge entläßt. Eisenvitriol anstatt des Kupfervitriols, oder was bei rein kiesigen Erzen dasselbe ist, nach dem Abschwefeln gar nichts anzuwenden, führt, wie auch aus dem obigen theoretischen Theile des Kupfersteinröstens hervorgeht, nicht zu demselben Ziele, obwohl das daraus entstehende schwefelsaure Eisenoxyd zur Silbervitriolbildung beitragen kann; denn bei der Hitze, wo die gänzliche Umwandlung des Schwefelsilbers in Silbervitriol stattfindet, wird er vollständig zersetzt und vermag daher zuletzt nicht mehr das schon gebildete schwefelsaure Silberoxyd, welches nur durch andere noch vorhandene basische schwefelsaure Metalloxydsalze vor der Zersetzung in Metall, schweflige Säure und Sauerstoff geschützt werden kann, zu erhalten.

Anhang II.

Die Becquerel'sche Entsilberungsmethode.

Ueber diese Methode hat der Verfasser weiter keine Aufschlüsse erlangen können, als folgende Andeutungen, welche sich in Scheerer's Metallurgie, Bd. I. S. 51, finden:

»Auch Becquerel scheint die feingepochten und hinreichend chemisch vorbereiteten Silbererze mit irgend einem Auflösungsmittel zu behandeln, welches aber wahrscheinlich nicht hinzureichen braucht, um alles Silber auf einmal zu extrahiren. Möglicher Weise läßt er nämlich durch die mit dem Auflösungsmittel übergossenen Erze einen galvanischen Strom gehen, welcher das Silber an dem negativen Pole der Säule ausscheidet und dadurch das Auflösungsmittel wieder geschickt macht, eine neue Quantität Silber in sich aufzunehmen, die dann auf gleiche Weise präcipitirt wird, und so fort. Versuche dieser Art, aber nur im Kleinen, wurden vor einigen Jahren vom Herrn Hüttenfactor Ziervogel und dem Verfasser auf dem Mannsfeld'schen Amalgamirwerk angestellt. Sie gaben in sofern kein günstiges Resultat, als die Entsilberung der Erze im Verlaufe mehrerer Tage nicht vollständig zu erreichen war. Wahrscheinlich werden hierzu schwache galvanische Ströme und viel Zeit erfordert, wodurch man sich dem Verfahren nähert, dessen sich die Natur in vielen Fällen

zur Ausscheidung der Erze, namentlich aber der gediegenen Metalle in den Gängen bedient haben dürfte.«

Anmerkung. Eine gelinde Erwärmung der Stelle, wo der negative Pol sich befindet, gab dem Verfasser keine uninteressanten, wenn auch keine Resultate für die Industrie, da dadurch außer der Erhöhung der auflösenden und niederschlagenden Kraft eine Bewegung der Lauge hervorgebracht wurde. Wollte man aber den Pol selbst bewegen, so würde leicht das daran hängende Silber sich loslösen und die Rückstände wieder anreichern.

Anhang III.

Ueber die Goldextraction.

Wiewohl es dem Verfasser noch nicht gelungen ist, das Gold vollständig aus den Hüttenproducten oder Erzen zu gewinnen, so glaubt er doch von seinen vielen Versuchen derer Erwähnung thun zu müssen, durch welche er das meiste Gold extrahirt hat, zumal da eine vollständige Entgoldung, vorzüglich für die in den Erzen und Producten enthaltenen verhältnißmäßig höchst geringen Mengen Goldes nur eine Chimäre sein kann, indem man ja nicht einmal von einer vollständigen Entsilberung zu sprechen vermag.

In den Hüttenproducten ist das Gold im metallischen Zustande, d. h. als Legirung von Silber, Kupfer, Antimon ꝛc. vorhanden, in den Erzen mag es aber außer den bekannten Goldvorkommnissen, vorzüglich in vielen kiesigen Erzen, auch als Doppelsalz, wie z. B. $\dddot{Au}^2\left(\begin{matrix}\dddot{As}\\ \dddot{Sb}\end{matrix}\right)^3$ in Verbindung mit ähnlichen Gemengen ($\dot{Ag}^3\dddot{Sb}$ = dunklem Rothgültigerz, $\dot{Ag}^6\dddot{Sb}$ = Sprödglaserz ꝛc.) vorhanden sein; wenigstens scheint das Schwefelantimon ($\dddot{Sb}$) als Ansammlungsmittel eines Theils des in der Natur vorkommenden Goldes aufzutreten.

Schon durch das bisher beschriebene Extractionsverfahren mit concentrirter Kochsalzlauge kann, ohne ängstlich eine besondere Temperatur beim Rösten zu beobachten, den Producten oder Erzen beinahe die Hälfte des gesammten Goldgehaltes entzogen und mit dem Silber zugleich niedergeschlagen werden, namentlich bei einem höchst fein zertheilten Zustande des Erzes und bei Gegenwart von vielem Kupferchlorid oder Eisenchlorid, also bei einem verhältnißmä-

ßig großen Kochsalzzuschlag, nicht vollständigem Todtrösten und Erzeugung einer großen Menge Salzsäure im Laugfasse. Denn es ist bekannt, daß Goldblättchen und durch Fällung erhaltenes feinzertheiltes Gold sich bei Luftzutritt schon in erwärmter Salzsäure auflöst; die etwa vorhandenen Goldverbindungen werden aber durch's Rösten in den metallischen Zustand zersetzt, dieses metallische Gold bei einem Zuschlage von Kochsalz, oder von Kochsalz und Braunstein, an der Oberfläche in Goldchlorid verwandelt und so zur weiteren Auflösung in dem Laugfasse vorbereitet. Verstärkt man nun die Gold auflösende Kraft der Lauge durch Einleiten von Chlor in dieselbe, und zwar zur Vermeidung von Chlorverflüchtigung in den unterhalb der Filtrirvorrichtung befindlichen Raum, läßt also die Filtration von unten nach oben erfolgen, so kann man oft das Goldausbringen bis auf $^2/_3$ des gesammten Goldgehaltes erhöhen.

Ein fast gleiches Ziel erreicht man dadurch, daß man sowohl das zur Silberextraction geröstete Erz oder Product, als auch die Lauge selbst noch kurz vorher, ehe sie das Product durchdringt, mit Chlorkalk vermischt, indem derselbe durch die in Folge der Gegenwart von vielen Chloriden frei werdende Salzsäure nach und nach zersetzt und das Chlor frei wird.

Alle diese Versuche sind auf die in Schubarths technischer Chemie erwähnte Thatsache basirt, daß Chlorwasser Gold aufzulösen im Stande ist. Außerdem bildet sich aber auch noch hierbei unterchlorige Säure; die Kochsalzlauge enthält nämlich schwefelsaures Natron, und sättigt man eine Auflösung von schwefelsaurem Natron mit Chlor bei einer nicht zu hohen Temperatur, so erhält man ein Gemenge von saurem schwefelsaurem Natron, Chlornatrium und freier unterchloriger Säure, die in Folge der prädominirenden Wirkung des Kochsalzes und des ununterbrochen hinzuströmenden Chlors, das in der Masse enthaltene, zum Theil durch die Zersetzung des schon gebildeten Chlorgoldes während des Röstens wieder entstandene, metallische, feinzertheilte Gold aufzulösen im Stande ist.

Nicht unerwähnt darf ich die bisher anderwärts gemachten Entgoldungsversuche lassen, um jedes Körnlein zur Vervollkommnung des Entgoldungsprocesses gegeben zu haben.

In Erdm. und March. Journal für prakt. Ch. Bd. XLVIII., S. 65 — 70, so wie in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung, 9 Jahrgang. Nr. 3 (1850) sind die Entgoldungsversuche der Reichensteiner Arsenabbrände beschrieben, wovon Folgendes herauszuheben ist:

a) 15 Pfund von den Abbränden wurden in einer Flasche von starkem Glase mit eben so viel Wasser übergossen, so daß ungefähr ein Viertheil von dem inneren Raume der Flasche leer blieb. Der Inhalt der Flasche wurde mit Chlorgas angeschwängert und dieselbe mit einem Glaspfropfen sehr gut verschlossen. Die also beschickte Flasche wurde nun umgelegt und über einer mit einem Tuche bedeckten langen Tafel zwei Stunden lang hin und hergekollert. Nach dieser Zeit wurde die Flasche aufgerichtet, der Inhalt absetzen gelassen und darauf die Flüssigkeit mittelst eines Hebers in eine andere Flasche abgelassen und mit dem Rückstande dasselbe Manöver noch zweimal wiederholt. Endlich wurde der Bodensatz in drei konische geradwandige Trichter vertheilt, welche auf Glascylinder aufgestellt und deren untere Oeffnungen mit kleinem Kiesgerölle und Kiessand lose verschlossen waren. In diesen Trichtern wurde der Rückstand noch durch zweimaliges Uebergießen mit Chlorwasser ausgesüßt.

Die gesammten abgeklärten und vereinigten Flüssigkeiten, welche stark nach Chlor rochen, wurden in einer Porcellanschale im Sandbade bis auf ungefähr ein halbes Pfund Rückstand eingeengt; dieser Rückstand wurde abermals mit Chlorgas angeschwängert und von dem abgelagerten Salze (arsen- und schwefelsaurem Kalke) abfiltrirt und das Filtrat endlich, welches eine schön goldgelbe Farbe besaß, nachdem alles freie Chlor durch Erwärmen ausgetrieben war, mit einer Auflösung von arseniger Säure versetzt. Nach 24 Stunden wurde die klare Flüssigkeit von dem abgelagerten Golde abge-

gossen, letzteres zu wiederholten Malen durch Uebergießen mit heißem destillirten Wasser und Wiederabgießen ausgesüßt, zuletzt in etwas Königswasser gelöst, die Lösung in ein tarirtes Porcellanschälchen gegossen, eingedampft und das Schälchen endlich bis zum Glühen erhitzt. Das Schälchen, worauf sich das reducirte Gold befand, wurde von Neuem gewogen. Die Gewichtszunahme betrug $1\frac{3}{8}$ Gran. Die ausgesüßten Rückstände, welche noch sehr viel Eisenoxydul enthielten, wurden abermals in fast ähnlicher Weise mit Chlorwasser behandelt. Aus den gewonnenen Flüssigkeiten konnte nur noch sehr nahe $\frac{1}{8}$ Gran Gold abgeschieden werden. Die gesammte Goldausbeute hatte somit für 15 Pfd. Abbrände 1,5 Gran betragen. Dies giebt für den Centner à 110 Pfd. 10 Gran oder $\frac{1}{24}$ Loth Gold. Die Rückstände waren noch sehr eisenoxydulhaltig.

b) 15 Pfund von den Abbränden wurden in dieselben, oben erwähnten drei konischen Trichter, deren untere Röhre mit kleinem Kiesgerölle und Kiessand verschlossen war, vertheilt. Der erstere Trichter wurde hierauf mit Chlorwasser vollgefüllt und mit einer Glasscheibe bedeckt. Als die Flüssigkeit abzutropfen begann, wurde der Trichter mit Chlorwasser wieder vollgefüllt. Die abgeflossene Flüssigkeit wurde von Neuem mit Chlorgas angeschwängert und auf den zweiten Trichter gegossen, während der erstere wieder mit Chlorgas gefüllt wurde. Die von dem zweiten Trichter abgeflossene Flüssigkeit wurde, nach abermaliger Anschwängerung mit Chlor, auf den dritten Trichter gebracht, während der zweite mit dem zweiten Abfluß des ersteren, worin Chlorgas von Neuem eingeleitet worden war, abermals gefüllt wurde. Der erstere wurde hierauf zum dritten Male mit Chlorwasser gefüllt ꝛc. Nachdem der Inhalt aller drei Trichter auf solche Weise dreimal mit Chlorwasser ausgezogen worden war, wurden die sämmtlichen gegen 16 Pfund betragenden Flüssigkeiten in einem offenen Gefäße hingestellt, bis der Chlorgeruch verschwunden war, darauf mit einer Auflösung von arseniger Säure in Salzsäure versetzt und durch zwei Tage hingestellt. Nach Ver-

lauf dieſer Zeit wurde die Flüſſigkeit bis auf einen geringen Rückſtand (a) abgelaſſen und in einer Porcellanſchale verdunſtet. Der ungefähr ½ Pfund betragende Rückſtand erſchien nicht gelb gefärbt und gab auch bei Zuſatz von aufgelöſtem Zinnchlorür keinen Goldgehalt zu erkennen. Der in dem Rückſtand (a) enthaltene Niederſchlag wurde durch wiederholtes Uebergießen mit Waſſer, Abſetzenlaſſen und Abgießen ausgeſüßt, darauf mit reinem Chlorwaſſer aufgenommen. Die gelbe Löſung wurde ſorgfältig verdunſtet, zuletzt in einem tarirten kleinen Schälchen eingetrocknet und geglüht. Die Gewichtszunahme betrug genau wieder 1⅜ Gran.

c) Derſelbe Verſuch wurde nochmals wiederholt, jedoch mit der Abänderung, daß, anſtatt Chlorwaſſer zum Auslaugen anzuwenden, eine klare Auflöſung von 1 Theil Chlorkalk in 50 Theilen Waſſer, zu welcher Salzſäure bis zur ſauren Reaction zugeſetzt worden war, zu gleichem Zwecke benutzt wurde. Die Goldausbeute differirte nur unbedeutend von der vorhergehenden. Auflöſungen von Kochſalz allein, ebenſo von Kochſalz und Chlorkalk, hatten keinen Erfolg. Mit welchem Erfolg die ſchwefelſäurehaltige Chlorkalklöſung durch einen Zuſatz von feingepulvertem Braunſtein zu den Abbränden und nachheriges Auslaugen der Miſchung mit ſtark verdünnter Salzſäure ſich vielleicht dürfte erſetzen laſſen, iſt zur Zeit noch nicht ermittelt.

Nachdem übereinſtimmend mit den in Freiberg, auf der Friedrichshütte und in Petſchkau angeſtellten Verſuchen feſtgeſtellt war, daß ſich der Goldgehalt aus den Abbränden durch wäſſeriges Chlor ausziehen laſſe, ſich auch ferner herausgeſtellt hatte, daß, anſtatt reinen Chlorwaſſers auch eine mit Salzſäure verſetzte Chlorkalklöſung benutzt werden konnte, war noch die Frage über die Wahl der Gefäße zu entſcheiden und anſcheinend ſehr zufriedenſtellend fiel der Verſuch aus, welcher mit Anwendung von irdenen koniſchen Zuckerhuttöpfen angeſtellt wurde.

Erklärung der Tafeln.

Zur Verdeutlichung der zu den Extractionsarbeiten erforderlichen Räumlichkeiten und Vorrichtungen ist auf den Tafeln I. und II. der Entwurf einer größeren Anstalt gegeben worden. Tafel I. giebt in Fig. 1 den Grundriß des gesammten Gebäudecompleres. Fig. 2 ist ein Längendurchschnitt durch das vordere oder eigentliche Extractionsgebäude nach der gebrochenen Linie 1—2. Fig. 3 ist ein eben solcher Durchschnitt durch die auf der linken Seite von Fig. 1 gelegenen Gebäude nach der Linie 3—4. Die Gebäude rechts sind in Fig. 4 im Durchschnitt dargestellt. Fig. 5 endlich giebt die Idee von dem Arrangement der Extractionsanstalt in Mannsfeld.

Tafel II. enthält den Grundriß und die Durchschnitte des eigentlichen Extractionsgebäudes in größerem Maßstabe.

Man ersieht zunächst aus diesen Tafeln, daß die sämmtlichen Gebäude ein geschlossenes Viereck mit einem großen Hofe im Mittel bilden. Das vordere Gebäude hat zwei Stockwerke Höhe, das hintere und die Seitengebäude bloß ein Stockwerk. Im ersteren sind die Laugerei, die Maschinen, die Salzmagazine, Expedition und die Silberraffination enthalten, in dem linken Seitengebäude und der Hälfte der hinteren Gebäudereihe die Röstöfen, rechts steht der Spurofen, der Wellner'sche Doppelschachtofen zum Schwarzmachen der Rückstände und in dem abgeschlossenen Raum der Kupferraffinirofen, der übrige Raum bleibt zu Magazinen, zur Schmiede, zum Probirlaboratorium und zur Wägestube frei, während der Hof Roststätten, den angelieferten Kupferstein, Brennmaterialien ꝛc. aufnehmen soll.

Verfolgen wir zunächst den Weg, welchen die zu verarbeitenden Producte machen, so sehen wir, daß sie in der Durchfahrt *A* angekommen, auf einer Brückenwage gewogen, dann auf dem Hofe abgeladen, hier zu-

gebrannt und dann im Flammenofen neben dem Schachtofen gespurt, hierauf auf Eisenbahnen bis in das Pochwerk *C* geschafft, dort gepocht und durch einen in der Sohle des Gebäudes liegenden, mit einem hölzernen Kasten bedeckten Durchwurf abgesiebt werden, wobei Mehl und Gröbe erhalten wird. Das Mehl gelangt nun in die oberen Röstöfen im Gebäude *D* und *E*. Sämmtliche sechs Röstöfen lassen ihre Gase und den Rauch in einem unterirdischen Canal *b* zusammentreten, welcher als Flugstaubkammer dient und in die große Esse mündet, die in der Mitte des Hofes 250 Fuß hoch emporsteigt. Die beim Durchwerfen fallende Gröbe geht auf die zwei Mühlen, welche neben dem Pochwerke in dem Raum *F* aufgestellt sind, wird hier gemahlen, durch Cylindersiebe gesiebt und sodann als Mehl ebenfalls in den oberen Heerd der Röstöfen gebracht. Mühle, Pochwerke so wie andere noch später zu erwähnende Vorrichtungen werden durch eine Dampfmaschine von 25 Pferdekraft getrieben, welche in der Maschinenstube *G* aufgestellt ist. Die Uebertragung der Bewegung ist aus Fig. 1 und 3 zu ersehen. Auf der Schwungradwelle *c* sitzt nämlich ein Stirnrad *d*, welches in ein anderes Stirnrad *e* an der Pochwelle greift und dadurch das Pochwerk treibt. An dieser Welle *f* sitzt aber ein Rad *g*, welches in das an der nahe über dem Boden liegenden Welle *k* sitzende Stirnrad *h* eingreift und die Bewegungsübertragung an den Mühlenmechanismus vermittelt. Die Welle *k* treibt nämlich durch ein konisches Vorgelege *l* die stehende Welle *m*, welche ihre Bewegung durch das große Stirnrad *n* an die Mühleneisengetriebe *o* abgiebt. Die Uebertragung ist so berechnet, daß das Schwungrad 21 Umdrehungen, die Mühle 120, die Pochwerkswelle 21 Umdrehungen macht. Die Dampfkessel sind in dem Kesselhause *H* aufgestellt und mit bedeutender Reserve versehen, da die Dämpfe zur Erhitzung der Lauge und zu anderen Zwecken mit verwendet werden. Die Sohle des Kesselhauses liegt tiefer als die Gebäudesohle, damit die Dämpfe weniger Wasser nach der Maschine mitzunehmen im Stande sind.

Das mit Kochsalz gargeröstete Kupfersteinmehl wird durch einen Aufzug *I*, dessen Bewegungsübertragung aus Fig. 3 Tafel I. und Fig. 2 Tafel II. zu ersehen ist, auf den Boden des Gebäudes in den eisernen Hunden selbst gehoben, in welchen es aus den Oefen geschafft wird. Der Rundbaum *p* des Aufzuges trägt eine Riemenscheibe *q*, welche von der Welle *r* aus bewegt wird. Letztere Welle wird aber selbst durch ein Riemenvorgelege *s* von der Welle *t* aus getrieben, und die Welle *t* empfängt ihre Bewegung durch den Riemen *u* von der Pochwerkswelle *f*. Der oberste Riemen *q* hängt schlaff und ist nicht im Stande, den Rundbaum *p* mitzunehmen, so lange nicht der Hebel *v* mit der Spannrolle

durch Anspannung des Seiles w gegen den Riemen q gepreßt und dessen Reibung dadurch vermehrt wird. Man kann also den Aufzug sofort wieder anhalten, wenn man w losläßt. Lüftet man den schweren Hebel v nur wenig, so geht das in Leitungen geführte Wagengestell langsam nieder. Ist der Hund oben angelangt, so wird er bis über das Laugfaß gestoßen, welches auf der Eisenbahn x im ersten Stock des Extractionsgebäudes bis in den Füllraum K herbeigeschafft worden ist, oder es wird, wenn nöthig, vor dem Einsetzen erst noch durch einen sehr groben, mit Ziegelmauer umschlossenen Durchwurf geworfen.

Das nun Folgende ersieht man am besten aus den Projectionen auf Tafel II., wo Fig. 1 einen Grundriß des eigentlichen Extractionsgebäudes von der Dachbalkenlage ausgesehen, Fig. 2 einen Längendurchschnitt nach der gebrochenen Linie 5—6, Fig. 3 einen Querdurchschnitt nach 7—8, Fig. 4 einen desgleichen nach der Linie 9—10 darstellt.

Die Lauggefäße, von denen wir eins als im Einsetzen begriffen dachten, sind auf einer Bühne y im Gebäude aufgestellt, 12 Stück neben einander in einer Reihe längs der Eisenbahn x hin. Sie stehen auf Rädern und kurzen Eisenbahnen und werden, wenn sie zum Einsetzen oder Ausschlagen transportirt werden sollen, auf dem Wagen α transportirt. Ueber den Fässern liegt das Lauggerinne β, welches aus dem Sättigungsbassin M gespeist wird. Die Lauge in letzterem Bassin, das seinen Zufluß aus dem großen Reservoir N auf dem Boden des Gebäudes erhält, wird durch Dampf gekocht. Sie kommt aus dem Rohr β heiß in die heiß eingesetzten Laugfässer γ, und strömt, nachdem sie sich angereichert hat, durch die Hähne in das Silbergerinne δ ab, welches vor sämmtlichen Laugfässern hinläuft und sich in das Vertheilungsbassin O ergießt. Letzteres liegt auf der obersten Etage des stufenförmig abfallenden Fällgefäßsystems und läßt seine silberreiche Lauge in vier Silbergefäße ε ab, wo sich das Silber auf das Cementkupfer niederschlägt. Die austretende Lauge sammelt sich in einem Gerinne ϑ, welches sie auf drei anderweite Silberfällgefäße η vertheilt. Die ferneren zwei Reihen von Fällgefäßen ζ und ι dienen als Kupferfällgefäße in gleicher Weise, als soeben beschrieben worden, und die austretende Lauge sammelt sich schließlich in dem großen Kupferfällgefäß P, von wo sie, wenn es nöthig ist, in das Bassin Q oder in die noch größeren Bassins R und S abgelassen oder ausgepumpt wird.

Ist ein Laugfaß ausgelaugt, so wird es auf dem Wagen α vor die Eisenbahn $\varkappa$ gefahren, um dort ausgesüßt zu werden. Drei kleine Bassins λ, μ, ν enthalten die hierzu bestimmten Flüssigkeiten, nämlich ν

reines Waſſer, μ Lauge von der Art, wie ſie ſich beim Ausſüßen mit Waſſer ergiebt, und λ Lauge, welche beim Ausſüßen mit der Lauge aus μ fällt. In Folgendem mag eine kurze Wiederholung des Verfahrens beim Entſalzen enthalten ſein: Das Faß wird zunächſt unter das Baſſin λ gefahren (ſiehe Fig. 1) und die hierbei erhaltene Lauge wird durch ein Gerinne o in das Silbergerinne δ geleitet. Dann fährt man das einmal ausgeſüßte Faß unter das Baſſin μ und ſammelt die folgende Lauge in einem Baſſin π, von wo ſie durch eine Pumpe in das Baſſin λ gehoben wird. Das dritte Ausſüßen erfolgt endlich aus dem Baſſin ν mit reinem Waſſer und die hierbei fallende Lauge wird im Kaſten ϱ geſammelt und durch eine Pumpe dann nach μ gehoben. So entſalzt ſchiebt man das Faß in den Sturzbock T (Fig. 4). Es ſind nämlich an jedem Faß zur Seite nahe unter dem Schwerpunkt Zapfen angebracht, mit denen daſſelbe, wenn es auf der Eiſenbahn $\varkappa$ hintergeſtoßen wird, auf die Träger ψ des Sturzbockes aufzuliegen kommt, welche ſich am hinteren Ende um Zapfen drehen, am vorderen Ende aber an einem über einen Rundbaum gelegten Seil hängen. So aufgelagert läßt ſich das Faß leicht drehen und ausſtürzen, wobei die Rückſtände auf eine Tafel U herabfallen in den Ankneteraum V. Von der Tafel U läuft die Feuchtigkeit durch ein Gerinne χ ab, welches ſie in ein letztes Kupferfällgefäß W führt. Die etwas abgetrockneten Rückſtände werden in dem Knetpochwerke X mit Thon zuſammengemengt und dann durch einen Elevator ξ in den über dem Keſſelhauſe liegenden Batzenformraum Y gehoben, wo ſie von Invaliden und Knaben zu kugelförmigen Batzen geformt werden. Aus Fig. 3 Tafel I. erſieht man weiter, wie auf einer Eiſenbahn v mittelſt des Wagens φ dieſe Batzen auf Brettern (oder auf niedrigen eiſernen Hunden) nach den Trockenſtellagen über den Röſtöfen abgeführt werden können. Der Rauchcanal b giebt die erforderliche Wärme her, um die Batzen vorzutrocknen und auf dem Ofen Z (Fig. 1 Tafel I.), wo dieſer Rauchcanal mit Eiſenplatten abgedeckt und eine beſondere geſchloſſene Trockenſtube angebracht iſt, wird das Trocknen vollendet, indem man den ganz gefüllten, durchgängig aus Eiſen conſtruirten Geſtellwagen auf der Eiſenbahn (oder die niedrigen Hunde auf mehreren über einander liegenden Eiſenbahnen) in dieſen Trockenraum hineinfährt und durch vorgehängte Blechthüren die Wärme darin zuſammenhält. Sind die Batzen vollkommen trocken, ſo werden ſie auf einer Eiſenbahn, die auf dem Boden der hinteren Gebäudereihe hinläuft, nach dem Doppelofen A geſchafft, um daſelbſt auf Schwarzkupfer verſchmolzen zu werden. Neben dieſem Ofen, der ſeinen Wind durch die Windleitung ω von der Dampfmaſchine, an deren Balancier der Gebläſecylinder ſogleich mit angebaut iſt, zugeführt erhält,

befindet sich der Flammofen *C* zum Spuren des Kupfersteins, welcher durch den Canal σ mit der Centralesse verbunden ist.

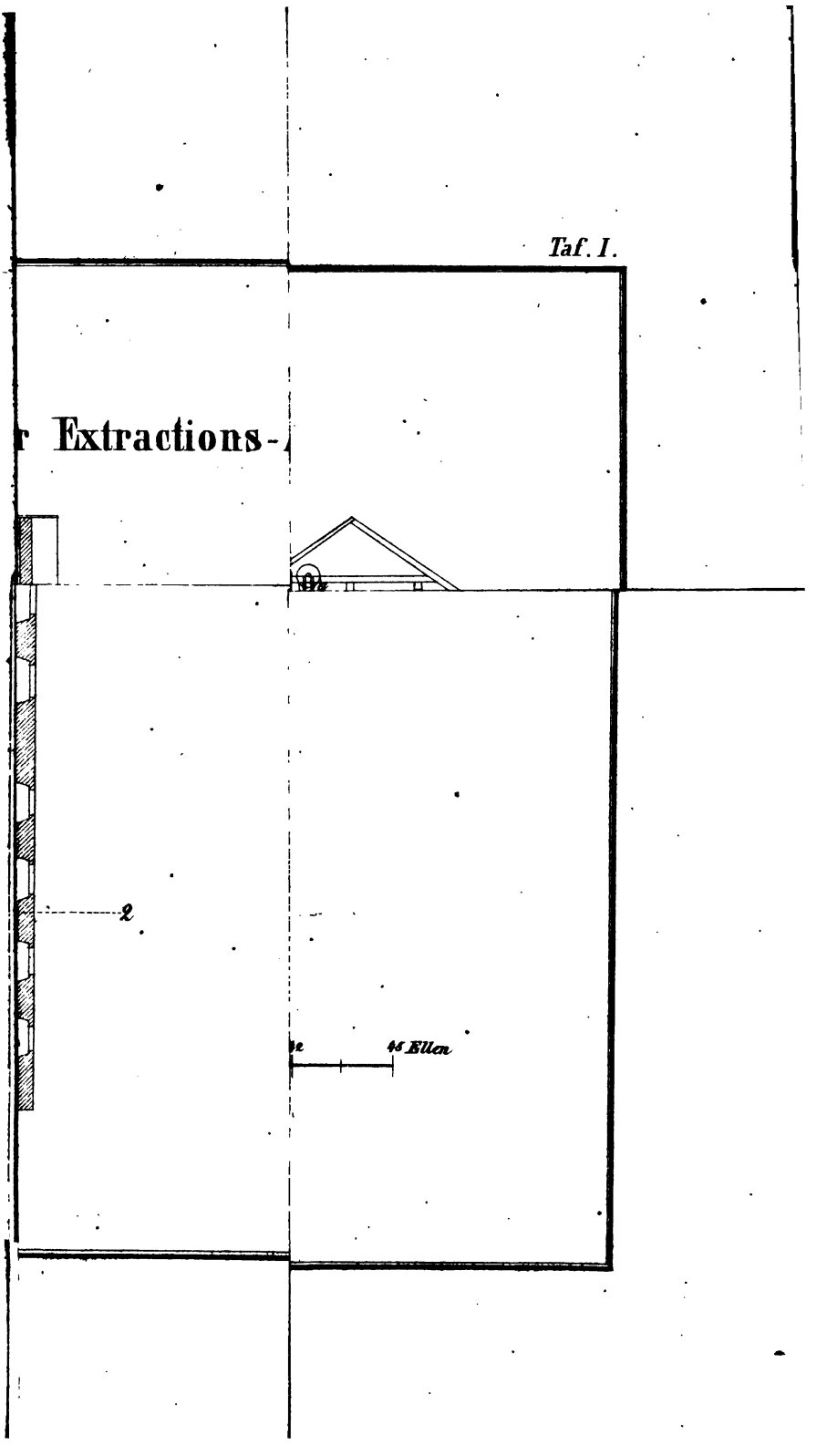
Die Lauge erfordert aber auch zeitweilig eine Auskrystallisation. Es ist deshalb unter den Bassins *R*, *S* ein großer Keller *D* (Tafel II.) ausgegraben, in welchem 12 Krystallisationsfässer *E* in zwei Reihen aufgestellt sind, denen die Lauge aus dem Vertheilungsbehälter *F* durch zwei Gerinne τ mit Spünden zuläuft und welche die Mutterlauge durch die Gerinne α nach dem großen Behälter *G* ablaufen lassen, aus welchem sie dann wieder durch einen einfachen Saugapparat *I* in das Hauptbassin *N* emporgehoben werden kann. Dieser Saugapparat *I* besteht aus einem Blechcylinder, in welchen von unten seitweis ein Saugrohr *b*, oben seitweis ein Dampfrohr *c* und durch den Deckel das bis zum Boden reichende Steigrohr *d* einmündet. Läßt man den Dampf durch *c* zu, so wird er sich condensiren und es wird sich ein Vacuum bilden, welches ein Saugen der Lauge durch *b* bewirkt. Läßt man nun wieder Dampf zu, so treibt dieser die Lauge aus dem Gefäß zum Steigrohr hinaus und ergießt sie in das Bassin *N*. Gleiche Sauger sind auch anstatt der Pumpen für das Bassin *Q* und für das Wasser aus dem Brunnen *K* angebracht.

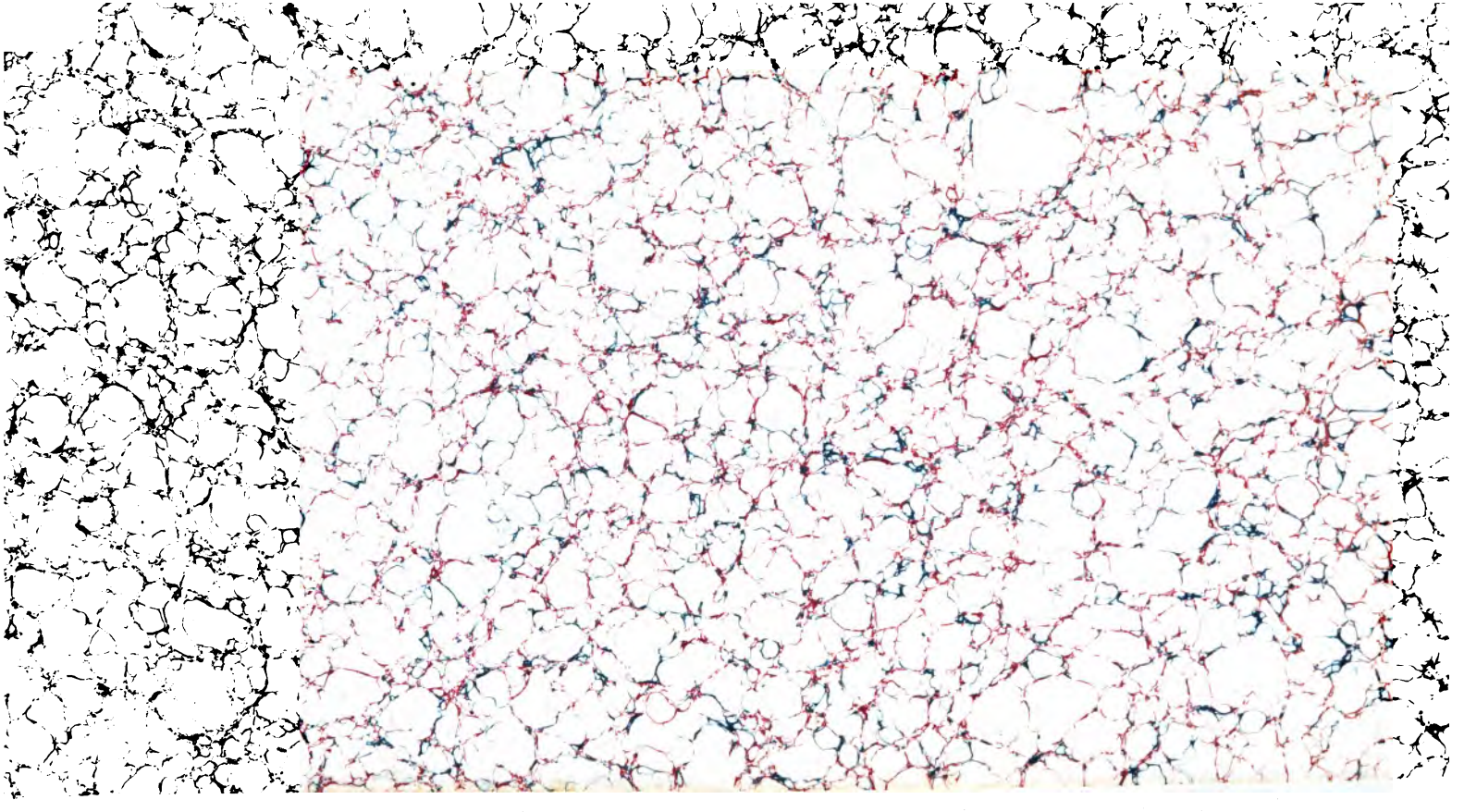
Endlich ist noch in Fig. 1 Tafel II. und Fig. 2 Tafel I. ein Raum *L* zum Aussüßen und Auswaschen des Silbers bestimmt, der in gleichem Niveau mit der Laugbühne gehalten ist, so daß das Aussüßwasser bequem dem Silbergerinne zugeleitet werden kann. Unter diesem Zimmer befinden sich noch zwei Zimmer *M* und *N* als Aufenthalt für den Officianten und zur Aufbewahrung von Leinwand. Aus ihnen gelangt man in den Raum *P*, in welchem ein Raffinirofen für Kupfer (*Q*) und ein Silberraffinationsofen (*R*) aufgestellt sind. Die Züge beider Oefen verbinden sich mit dem Canal σ des Kupferraffinationsofens und enthalten die nöthigen Flugstaubkammern. Durch Schieber im Fuchse aller Flammenöfen wird, wenn ein oder der andere Ofen nicht mehr im Gange ist, die Communication der äußeren Luft mit der Esse verhindert.

Daß durch einen Bergabhang die Einrichtung der Extraction sehr erleichtert wird, ist natürlich, indem man dann, wie die Arbeiten auf einander folgen, in entsprechenden Niveaudifferenzen terrassenartig die verschiedenen Gebäude aufstellt, so daß das Spurgebäude den höchsten Punkt einnimmt, darauf das Poch- und Mahlgebäude folgt, dann das Röstgebäude und die Sohle desselben wiederum etwas höher als das Niveau der Oeffnungen der Laugbottiche liegt.

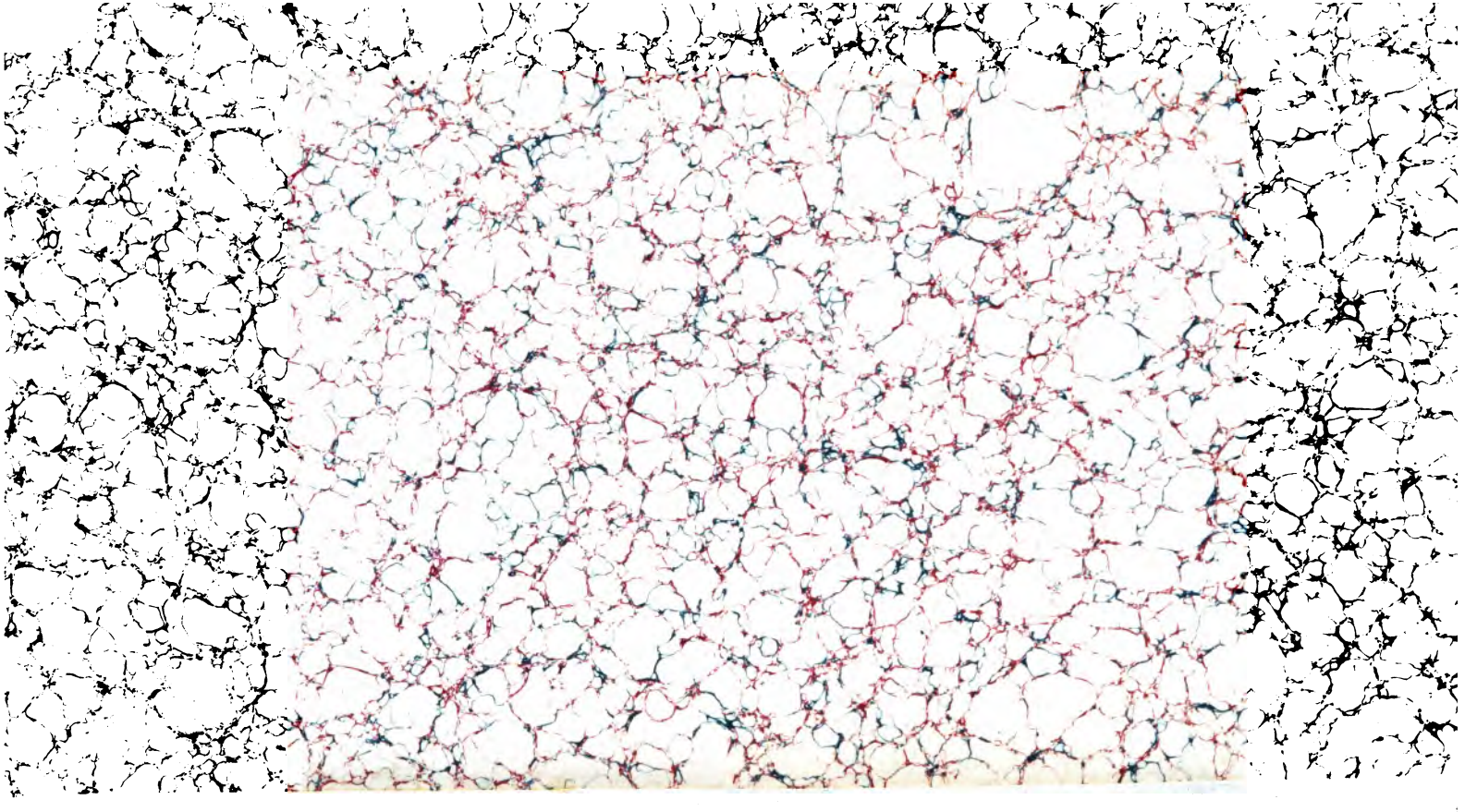
Eben so verschieden läßt sich das Arrangement der Aufstellung der Gefäße in der Lauganstalt denken und nach localen Verhältnissen einrichten. So z. B. giebt Fig. 5 Tafel I. das Princip des Mannsfelder

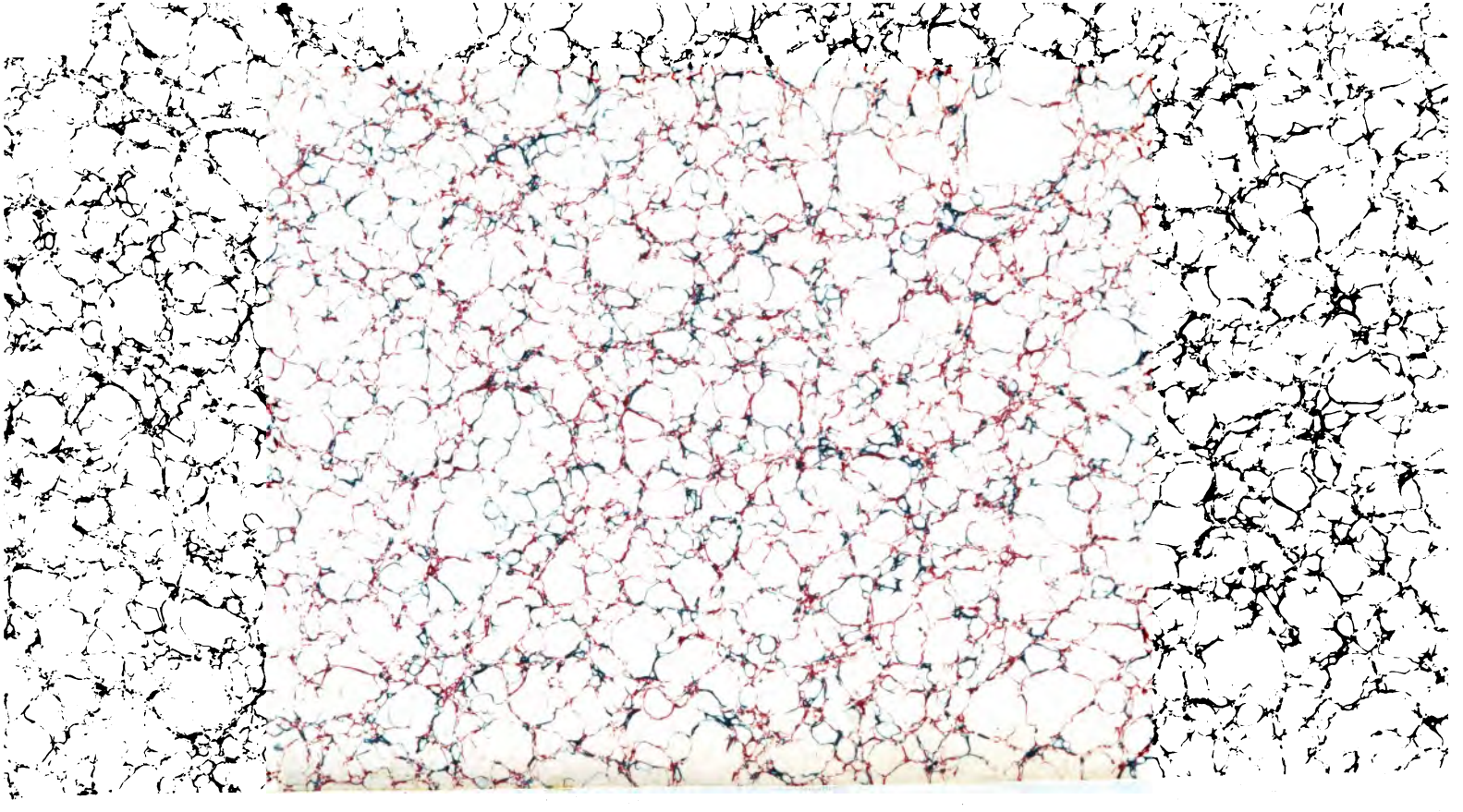
Systems an. Von den 14 Laugbottichen, die in zwei Reihen aufgestellt sind und mittelst eines Flaschenzugs und hängender Eisenbahn auf die Haupteisenbahn gehoben werden können, läuft die silber- und kupferhaltige Lauge durch einen Klärkasten hindurch in die in zwei Reihen aufgepflanzten 24 Silberfällgefäße, hierauf durch davor liegende und sich in ein Gerinne vereinigende Gerinne in 12 Silberfällgefäße, von da in die 12 Silberfällgefäße auf der dritten Terrasse, von da auf die Kupferfällgefäße der vierten, fünften und sechsten Terrasse und endlich in das Pumpenbassin. Diese Fällgefäße sind nur 2′ hoch und 2′ 2″ oben, unten dagegen 2′ weit; die innerliche Weite beträgt oben 20½″ unten 19½″, so daß die Gefäße sogleich beim geringsten Stocken in Bezug auf die Filtration weggesetzt, durch andere ersetzt, und durch Salzsäure wieder in Gang gebracht werden können. Eben so läßt sich das Princip der allmähligen Sättigung in Bezug auf die Lauggefäße bei nicht zu großen, also ein bequemes Versetzen nicht verhindernden Dimensionen recht gut ausführen, indem man die eben erst eingesetzten Fässer zu unterst bringt und die Lauge von dem am meisten ausgelaugten Gefäße auf das zunächst darunterstehende und weniger ausgelaugte Gefäß fallen läßt, ehe die Lauge in die Fällgefäße, deren Anzahl alsdann sehr beschränkt werden kann, fällt. Nach demselben Princip lassen sich auch die Lauggefäße mit communicirenden Röhren, also ähnlich wie die in den Zuckerraffinerien, aufstellen, nur müssen die Röhren einige Zolle unter der Oeffnung der Laugbottiche einmünden. Diese Art der Aufstellung eignet sich vorzüglich für kalt eingesetzte Erze, oder für die Goldextraction, nur ist die Verdichtung der hölzernen Röhren oder Ständer etwas schwierig.


r Extractions-
2
45 Ellen

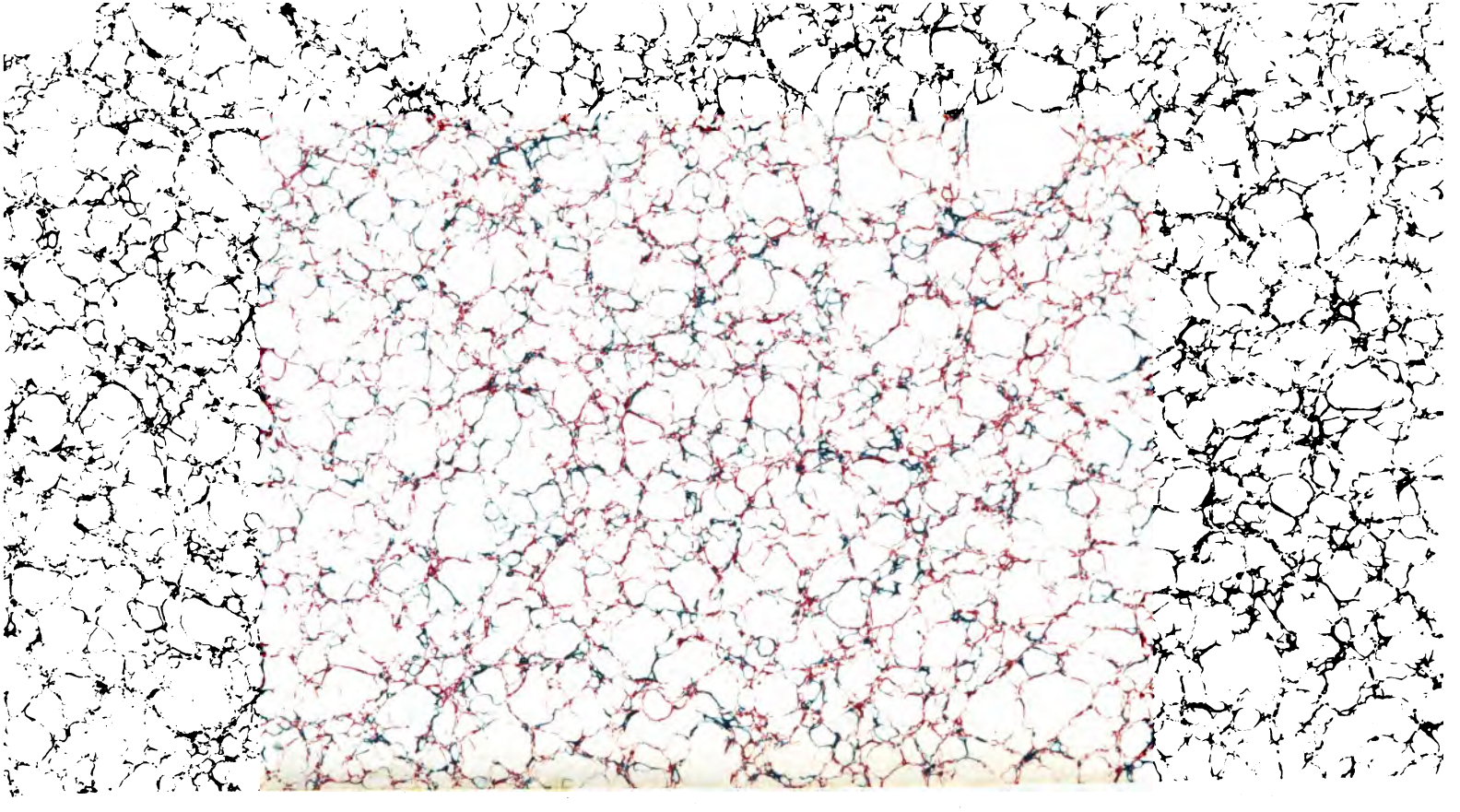


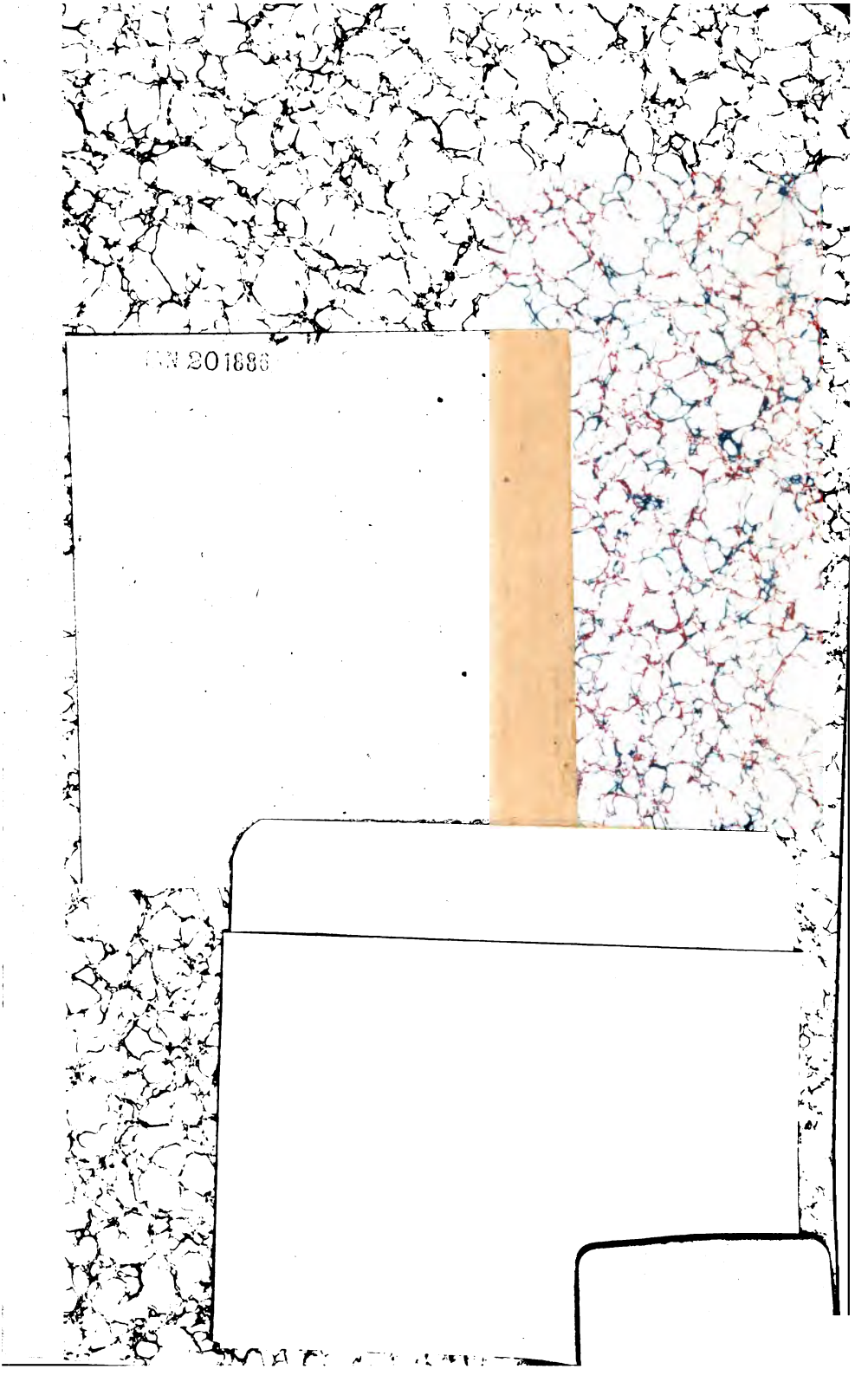
GN 201888

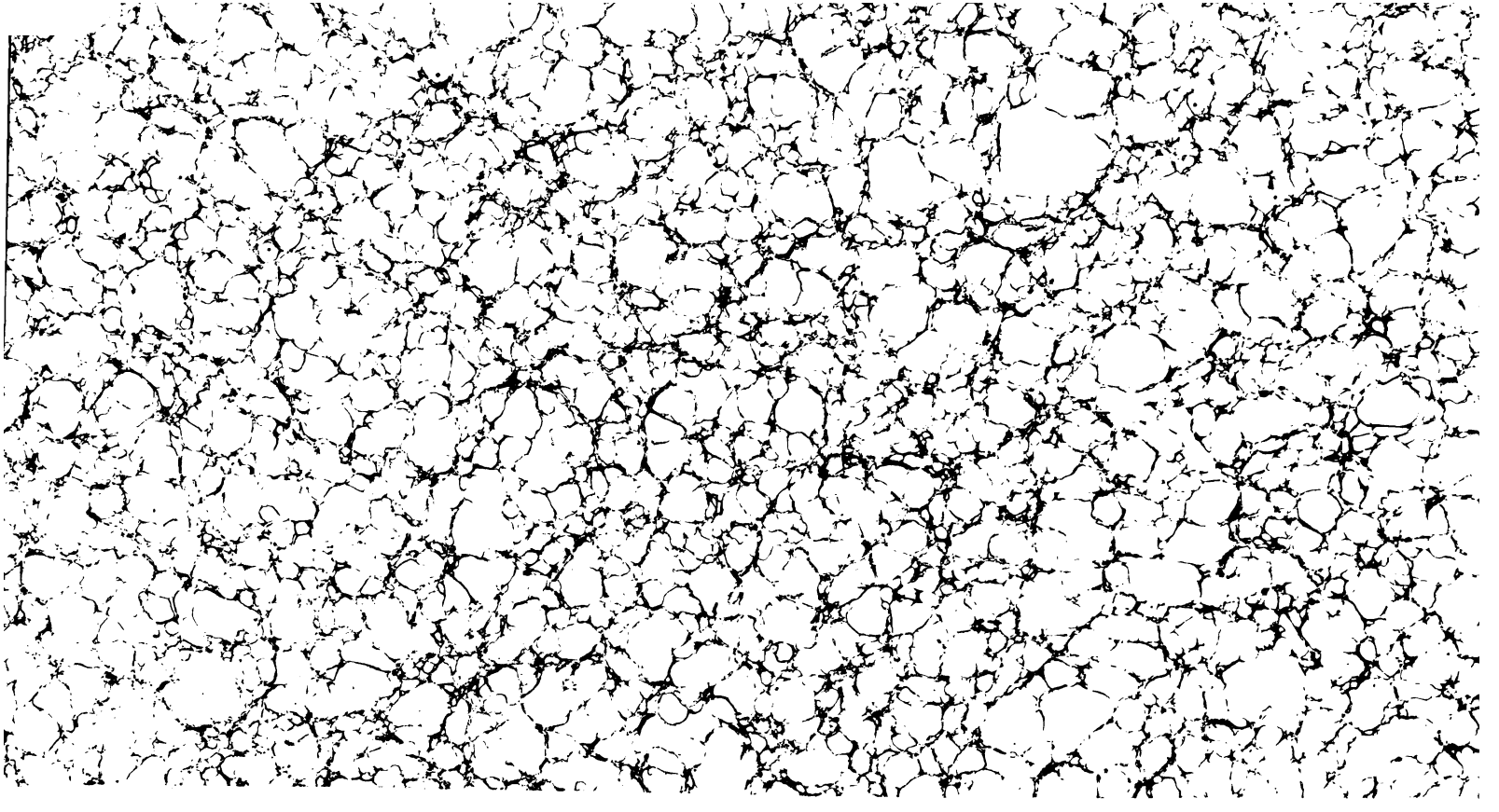




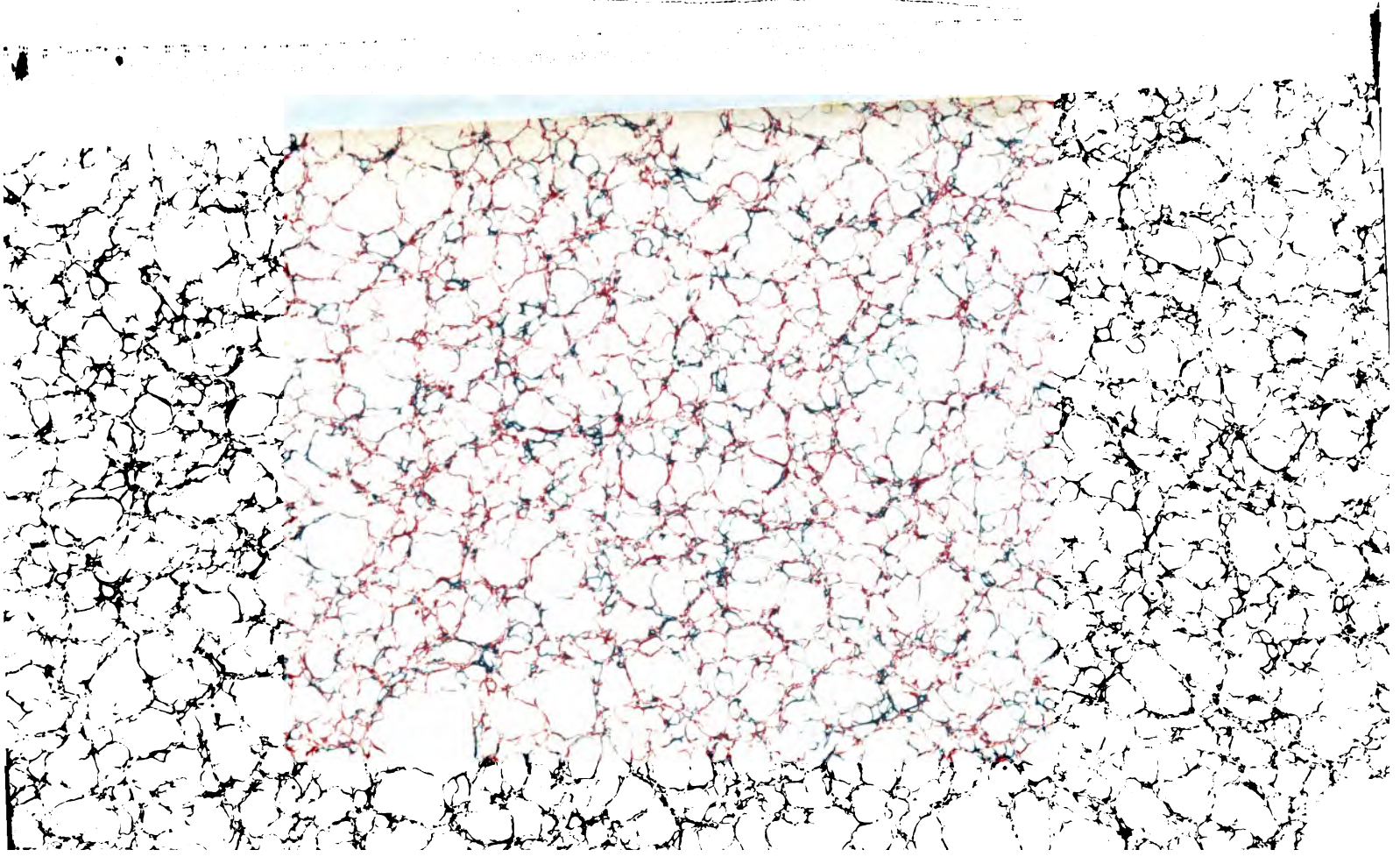
JAN 201886




CN 201686



JAN 20 1886



JAN 20 1886

Chem 7325.1
Die augustin'sche Silberextraction
Cabot Science 003413234
3 2044 091 945 923